

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**FENOLOGÍA Y PRODUCCIÓN DE TRES ECOTIPOS DE
AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.) EN EL CASERIO
DE PULÚN, DISTRITO EL CARMEN DE LA FRONTERA,
HUANCABAMBA – PIURA, 2018**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADA POR:
BR. JUAN GUERRERO CASTILLO**

**Línea de Investigación:
Biodiversidad y Mejoramiento Genético
Sub Línea: Biodiversidad y Ecología**

PIURA - PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**FENOLOGÍA Y PRODUCCIÓN DE TRES ECOTIPOS DE
AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.) EN EL CASERIO DE
PULÚN, DISTRITO EL CARMEN DE LA FRONTERA,
HUANCABAMBA – PIURA, 2018**

Línea de Investigación:

Biodiversidad y Mejoramiento Genético

Sub Línea: Biodiversidad y Ecología

Br. JUAN GUERRERO CASTILLO
Tesista

Dr. RICARDO ANTONIO PEÑA CASTILLO
Asesor

Ing. MIGUEL ÁNGEL GALECIO JULCA MSc.
Co-asesor

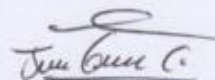
DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTIFICACIÓN DE TESIS

YO JUAN GUERRERO CASTILLO identificado con DNI 70020011, bachiller de la escuela profesional de agronomía, de la facultad de agronomía y con domicilio legal Caserio Pulún, Distrito el Carmen de la Frontera, Provincia de Huancabamba, Departamento de Piura, con Email: juancitogc23@gmail.com

DECLARO BAJO JURAMENTO: que el trabajo de investigación que presento a la Oficina Central de Investigación (OCIN) es original, no siendo copia ni total de un trabajo de investigación desarrollado, y/o realizada en Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciona, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley Del Procedimiento Administrativo General y la Normas Legales de Protección a los Derechos del Autor

En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, Agosto del 2019.



DNI N° 70020011

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



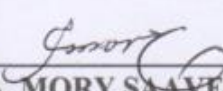
TESIS

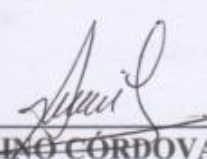
**FENOLOGÍA Y PRODUCCIÓN DE TRES ECOTIPOS DE
AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.) EN EL CASERIO DE
PULÚN, DISTRITO EL CARMEN DE LA FRONTERA,
HUANCABAMBA – PIURA, 2018**

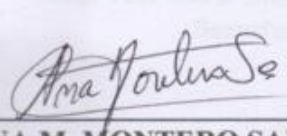
Línea de Investigación:

Biodiversidad y Mejoramiento Genético

Sub Línea: Biodiversidad y Ecología


Ing. CÉSAR A. MORY SAAVEDRA MSc.
Presidente


Ing. ANGELINO CÓRDOVA PEÑA MSc.
Vocal


Ing. ANA M. MONTERO SALAZAR
Secretario



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE AGRONOMÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
041-2019-UIFA-UNP

Los miembros del jurado calificador que suscriben, congregados para estudiar el Trabajo de Tesis denominado "FENOLOGÍA Y PRODUCCIÓN DE TRES ECOTIPOS DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.) EN EL CASERIO DE PULÚN, DISTRITO EL CARMEN DE LA FRONTERA, HUANCABAMBA - PIURA, 2018", conducido por el BR. JUAN GUERRERO CASTILLO asesorado por el Dr. Ricardo A. Peña Castillo y Co - asesorada por el Ing. Miguel A. Galecio Julca MSc.

Luego de oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran APROBADO....., en consecuencia queda en condiciones de ser calificado APTO para gestionar ante el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de conformidad con lo estipulado en el artículo N° 171, inciso 2° del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 17 de Julio del 2019.

Ing. César A. Mory Saavedra MSc.
Presidente

Ing. Angelino Córdova Peña MSc.
Vocal

Ing. Ana María Montero Salazar
Secretario

DEDICATORIA

A Dios.

Por brindarme la oportunidad y la dicha de la vida, guiarme, protegerme, por brindarme las virtudes y fortalezas necesarias para salir adelante pese a las dificultades, e iluminar cada pasó de mi vida.

A mis padres.

Wenceslao Guerrero García y Santos Julia Castillo Manchay, pilares fundamentales en mi vida, quienes con su ejemplo de perseverancia, esfuerzo, trabajo, amor han sido mi fortaleza, apoyo constante en todo el trayecto de mi vida para seguir adelante y culminar con mis estudios

A mis Hermanos. Carmen, María Inés, Norberto, Pedro, Wenceslao, y a todos mis sobrinos y demás familiares con quienes he compartido los mejores momentos en el trayecto de mis logros, por estar acompañándome y apoyándome para poder realizarme como profesional a ellos mis esfuerzos prometidos.

AGRADECIMIENTOS

En el presente trabajo dejo constancia mi eterno agradecimiento a Dios `por estar siempre presente en cada instante de mi vida por darme la fe, fortaleza y salud para seguir adelante con mi carrera profesional

A mis padres. Wenceslao Guerrero García y Santos Julia Castillo Manchay, por su amor y sabios consejos los cuales me motivan para seguir adelante pese a las dificultades y son mi gran motivación para seguir adelante.

A cada uno de los miembros de mi familia que colaboraron con tu tiempo y apoyo incondicional

De manera especial mi agradecimiento leal y profundo reconocimiento al Dr. Ricardo Antonio Peña Castillo. Asesor de la tesis, por su confianza, paciencia, amabilidad, consejos dedicación y por su eterna predisposición en todo lo concerniente a este trabajo de investigación.

Dejo constancia el sincero agradecimiento al Ing. Miguel Ángel Galecio Julca. Co-asesor por su importante aporte en el desarrollo de la tesis.

A todos y cada uno de los profesores, quien su paciencia y dedicación supieron día a día impartir sus conocimientos.

A la Universidad Nacional de Piura, Facultad de Agronomía, por haberme abierto las puertas para formarme como profesional.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA.....	2
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4.1. El lugar de ejecución	4
1.4.2. Ubicación política	4
1.4.3. Ubicación geográfica	4
1.4.4. Duración del experimento	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.2. BASES TEÓRICAS	6
2.2.1. Origen y distribución	6
2.2.2. Clasificación taxonómica	6
2.2.3. Características morfológicas.....	7
2.2.4. Composición y contenido nutricional	11
2.2.5. Etapas de desarrollo periódico del cultivo.....	11
2.2.6. Requerimientos edafoclimáticos	12
2.2.7. Labores culturales.....	14
2.2.8. Plan de abonamiento y fertilización	15
2.2.9. Ecotipos de estudio	16
2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	18
2.4. HIPÓTESIS	19
2.4.1. Hipótesis general	19
2.4.2. Hipótesis específicas.....	19
CAPÍTULO III.....	20
MARCO METODOLÓGICO	20
3.1. ENFOQUE Y DISEÑO.....	20
3.1.1. Enfoque de la investigación	20

3.1.2.	Tipo de investigación	20
3.2.	Sujetos de la investigación	20
3.3.	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	20
3.3.1.	Materiales y equipos	20
3.3.2.	Información meteorológica	21
3.3.3.	Análisis físico -químico del suelo	21
3.3.4.	Conducción del experimento.....	22
3.4.	Observaciones experimentales.....	24
3.4.1.	Evaluaciones fenológicas	24
3.4.2.	Evaluaciones de morfología.....	24
3.4.3.	Evaluaciones de producción.	25
3.4.4.	Evaluaciones de calidad	26
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	26
3.5.1.	Técnicas	26
3.5.2.	Instrumentos	27
3.5.3.	Tratamientos en estudio.....	27
3.5.5.	Esquema del ANVA	28
	CAPÍTULO IV	29
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1.	DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ZONA EN ESTUDIO	29
4.2.	ANÁLISIS DEL SUELO DEL CAMPO EXPERIMENTAL	30
4.3.	EVALUACIONES FENOLÓGICAS DEL AGUAYMANTO.	31
4.3.1.	Fases fenológicas	31
4.3.2.	Días a la primera cosecha	36
4.3.3.	Características Fenológicas de los tres Ecotipos de Aguaymanto	38
4.4.	CARACTERISTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS TRES ECOTIPOS DE AGUAYMANTO.....	39
4.4.1.	Altura de planta (cm.)	39
4.4.2.	Área foliar de planta de los tres ecotipos de aguaymanto.....	41
4.4.3.	Materia seca.	43
4.5.	EVALUACIONES PRODUCTIVAS.....	45
4.5.1.	Número de frutos por planta de aguaymanto, que alcanzaron el grado de madurez comercial durante las doce primeras cosechas.	45
4.5.2.	Peso promedio de un fruto de aguaymanto en base a las doce primeras cosechas (seis primeros meses).	47
4.5.3.	Diámetro ecuatorial en frutos de aguaymanto.....	49
4.5.4.	Rendimiento de aguaymanto en (kg/ha ⁻¹)	51

4.6. ANÁLISIS DE CALIDAD DEL FRUTO DE AGUAYMANTO.....	53
4.6.1. Sólidos solubles totales (°Brix).....	53
4.6.2. pH en fruta de aguaymanto.....	55
4.6.3. Acidez titulable (g. /100g) en fruta de aguaymanto.	57
4.6.4. Vitamina C (mg/100g) de la fruta de aguaymanto.....	59
4.7. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE LOS ECOTIPOS DE AGUAYMANTO.	61
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.Composición y contenido nutricional de fruto de aguaymanto.	11
Tabla 3.1 Determinaciones y métodos en el análisis Físico- Químico del suelo.	22
Tabla 4.1 Datos meteorológicos registrados durante el experimento – año 2018.	29
Tabla 4.2. Resultados del análisis físico – químico del campo experimental	30
Tabla 4.3. Análisis de varianza para fases fenológicas de los ecotipos de aguaymanto.	34
Tabla 4.4. Prueba de Duncan fases fenológicas de tres ecotipos de aguaymanto.	34
Tabla 4.5 Análisis de varianza de días a la primera cosecha.	37
Tabla 4.6. Prueba de Duncan días a la primera cosecha.	37
Tabla 4.7 Análisis de varianza para altura de planta de tres ecotipos de aguaymanto (cm.)	40
Tabla 4.8 Prueba de Duncan para altura de planta de tres ecotipos de aguaymanto (cm)	40
Tabla 4.9. Análisis de varianza de área foliar de la planta de aguaymanto.	42
Tabla 4.10. Prueba de Duncan para Área Foliar (dm ²)	42
Tabla 4.11 Análisis de varianza de materia seca	44
Tabla 4.12 Prueba de Duncan para materia seca de planta (g/Planta).	44
Tabla 4.13 Análisis de varianza para número de frutos por planta de aguaymanto.	46
Tabla 4.14 Prueba de Duncan para número de frutos por planta de aguaymanto.	46
Tabla 4.15 Análisis de varianza para peso de un fruto de aguaymanto.	48
Tabla 4.16. Prueba de Duncan para peso de un fruto de aguaymanto.	48
Tabla 4.17 Análisis de varianza para diámetro ecuatorial en frutos de aguaymanto.	50
Tabla 4.18 Prueba de Duncan para diámetro ecuatorial en frutos de aguaymanto.	50
Tabla 4.19 Rendimiento de aguaymanto en Kg.ha ⁻¹	52
Tabla 4.20. Prueba de Duncan para rendimiento de aguaymanto	52
Tabla 4.21. Análisis de varianza para sólidos solubles totales en fruta de aguaymanto. (°Brix).54	
Tabla 4.22 Prueba de Duncan para sólidos solubles totales (°Brix) en aguaymanto.	54
Tabla 4.23 Análisis de varianza para pH en fruta de aguaymanto.	56
Tabla 4.24. Prueba de Duncan para pH en fruta de aguaymanto.	56
Tabla 4. 25 Análisis de varianza para acidez titulable (g/100g) en fruta de aguaymanto.	58
Tabla 4.26 Prueba de Duncan para acidez titulable (g/100g) en fruta de aguaymanto.	58
Tabla 4.27 Análisis de varianza vitamina C (m/100g) del fruto de aguaymanto.	60
Tabla 4.28 Prueba de Duncan para Vitamina C.	60
Tabla 4.29 Análisis de rentabilidad de los ecotipos de aguaymanto.	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1. comportamiento fenológico de tres ecotipos de aguaymanto en Huancabamba- Piura.	35
Gráfico 4.2. Días a la primera cosecha de ecotipos de aguaymanto.	37
Gráfico 4.4. Altura de planta de tres ecotipos de aguaymanto.	40
Gráfico 4.5. Área Foliar (dm ²)	42
Gráfico 4.6. Materia seca de la planta de los tres ecotipos de aguaymanto.	44
Gráfico 4.7 Número de frutos/planta.	46
Gráfico 4.8. Peso de un fruto (g.)	48
Gráfico 4.9. Diámetro ecuatorial de frutos de aguaymanto (mm).	50
Gráfico 4.10. Rendimiento de aguaymanto (Kg.ha ⁻¹).	52
Gráfico 4.11. Sólidos solubles totales (°Brix) en frutos de aguaymanto.	54
Gráfico 4.12. pH de fruto de aguaymanto.	56
Gráfico 4.13. Acidez en jugo de aguaymanto (%).	58
Gráfico 4.14. Promedio de vitamina C de fruto de aguaymanto.	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Días a la aparición de las primeras ramas en los tres ecotipos.	67
Anexo 2. Días a la aparición de los primeros botones florales	67
Anexo 3. Días a la de floración de los tres ecotipos de aguaymanto.	67
Anexo 4. Días al cuajado de fruto	67
Anexo 5. Días a la primera cosecha	68
Anexo 6. Altura de planta de los tres ecotipos de aguaymanto.....	68
Anexo 7. Área foliar de la planta de aguaymanto.....	68
Anexo 8. Materia seca de la planta de aguaymanto.....	68
Anexo 9. Diámetro Ecuatorial de fruto de aguaymanto (mm).	69
Anexo 10. Número de frutos/planta de aguaymanto.....	69
Anexo 11 Número de frutos/planta. Datos transformados a \sqrt{X}	69
Anexo 12. Peso de fruto/planta.	69
Anexo 13. Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	70
Anexo 14. Sólidos solubles totales (°Brix).....	70
Anexo 15. pH en fruta de aguaymanto.	70
Anexo 16 . Acidez titulable (g/100g).	70
Anexo 17. Vitamina C (mg Ac. Ascórbico/100g)	71
Anexo 18 . Croquis: distribución y dimensión de las unidades experimentales en el campo experimental.	71
Anexo 19. Costo de producción por hectárea. Cultivo de aguaymanto	72
Anexo 20. Resultados de análisis físico-químico de suelo.	73
Anexo 21. Resultados de análisis de calidad del fruto de aguaymanto.....	74
Anexo 22. Evidencias fotográficas	75

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la parcela del Sr. Wenceslao Guerrero García, ubicada en el caserío de Pulún, distrito El Carmen de la Frontera, Huancabamba – Piura; previo a la siembra se realizó un análisis de suelo. Los objetivos fueron: Evaluar la fenología y producción de tres ecotipos de aguaymanto y realizar un análisis de rentabilidad. Se empleó el diseño Bloques Completos al Azar (B.C.A). La unidad experimental estuvo conformada por 30 plantas evaluándose las 6 centrales. Los tratamientos fueron los ecotipos: E1 (San Pablo), E2 (Colombiano), E3 (Celendín); se llegó a las siguientes conclusiones: - La fenología de los ecotipos Colombiano, San Pablo y Celendín, fue estadísticamente similar en las observaciones: días al botoneo (66, 68 y 66 respectivamente) y días a la floración (83, 82 y 83 respectivamente), pero fue el ecotipo Colombiano quien reportó el menor número de días entre el inicio de floración y la cosecha (51 días). -Los parámetros morfoproductivos: altura de planta, área foliar, materia seca, diámetro ecuatorial de fruto, número de frutos por planta y peso de fruto evaluados, no fueron afectados por los 3 ecotipos en estudio, los cuales se comportaron estadísticamente similar. -El rendimiento de los ecotipos en estudio, se comportó estadísticamente similar entre sí, pero destaca numéricamente el ecotipo Celendín con un valor de $7336.46 \text{ kg.ha}^{-1}$, que tiene una relación directa con el promedio del número de frutos por planta (431.55 frutos). -El ecotipo Celendín presenta los mejores valores de calidad de fruto, con 14.97° Brix, 1.99% de acidez titulable, 3.14 de pH y 41.21 mg/100 gr de ácido Ascórbico (vitamina C). -El ecotipo de mejor rentabilidad fue Celendín con una relación beneficio – costo de 0.91, seguido muy de cerca por el Ecotipo San Pablo con 0.90 y Colombiano con 0.89.

Palabras clave: Aguaymanto, ecotipo de aguaymanto, fenología, producción.

ABSTRACT

The research work was carried out on the plot of Mr. Wenceslao Guerrero García, located in the village of Pulún, district of El Carmen de la Frontera, Huancabamba - Piura; prior to sowing, a soil analysis was carried out. The objectives were: Evaluate the phenology and production of three ecotypes of aguaymanto and perform an analysis of profitability. The design Random Complete Blocks (B.C.A) was used. The experimental unit consisted of 30 plants evaluating the 6 plants. The treatments were ecotypes: E1 (San Pablo), E2 (Colombian), E3 (Celendin); the following conclusions were reached: - The phenology of the Colombian, San Pablo and Celendín ecotypes was statistically similar in the observations: days at the floral buttoning (66, 68 and 66 respectively) and days at flowering (83, 82 and 83 respectively), but it was the Colombian ecotype that reported the least number of days between the beginning of flowering and the harvest (51 days). -The morpho-productive parameters: plant height, leaf area, dry matter, equatorial diameter of fruit, number of fruits for plant and fruit weight evaluated, were not affected by the 3 ecotypes under study, which behaved statistically similar. -The yield of the ecotypes under study, behaved statistically similar to each other, but the ecotype Celendín stands out numerically with a value of 7336.46 kg.ha⁻¹, which has a direct relationship with the average of the number of fruits per plant (431.55 fruits). - The Celendín ecotype presents the best values of fruit quality, with 14.97 ° Brix, 1.99% titrable acidity, 3.14 pH and 41.21 mg / 100 gr of Ascorbic acid (vitamin C). -The best profitability ecotype was Celendín with a benefit-cost ratio of 0.91, followed very closely by San Pablo Ecotype with 0.90 and Colombian with 0.89.

Key words: Aguaymanto, ecotype of aguaymanto, phenology, production

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En aguaymanto o tomatillo (*Physalis peruviana L.*), es oriundo de los andes peruanos siendo un arbusto que prospera desde el nivel del mar hasta los 3300. m.s.n.m. La fruta se consume fresca (excelente fuente de vitamina A, C y B), también en forma de mermelada, licores, vinagres y conservas en almíbar, etc. Pese al conocimiento de esta fruta desde el siglo XVIII el aguaymanto se ha mantenido como una exquisitez en tiendas de productos exclusivos. Actualmente se cultiva fuera del Perú con otros nombres como (Uchuva), en Colombia y África del sur (Blanco, 2000).

El Perú está incursionando en las exportaciones agrícolas con éxito básicamente en la costa, con cultivos de alto valor económico. La zona andina conocida como la sierra peruana, también está experimentando cambios en algunas regiones, como Huancayo, Cuzco, Ancash, Cajamarca, etc., tanto por la iniciativa privada como algunos sectores públicos con visión de futuro, esto con cultivos alternativos debido a la diversidad genética y de climas que el ande tiene. (Abanto, 2013).

El cultivo de aguaymanto con un enfoque comercial se ha iniciado en nuestro país alrededor de cinco años, comparado con los más de 20 años que lleva Colombia, actual mayor productor de esta fruta a nivel mundial. Implica por un lado un largo trecho por recorrer y por otro una oportunidad de aprender de su experiencia.

Piura, es una de las regiones que viene incursionando en la siembra del aguaymanto, dando énfasis a la sierra, dadas las condiciones agroclimáticas favorables para su adaptación; pero que sin embargo en la actualidad, aun no se ha encontrado una variedad o ecotipo que sea rentable sin perder sus características organolépticas y nutricionales.

Por ello, con el presente trabajo de investigación, se trata de buscar un ecotipo de mejor respuesta en crecimiento, desarrollo y productividad adecuado para la zona, el mismo que sirva como referencia para los productores de nuestra serranía piurana.

1. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La realidad del agro rural especialmente de los pequeños productores de la Provincia de Huancabamba es de subsistencia, basado en cultivos tradicionales que en realidad no son rentables y por lo tanto no brindan las ganancias adecuadas para mejorar la calidad de vida de sus familias y de la comunidad donde viven. Ahora con el boom exportador que está teniendo el cultivo de aguaymanto, es una oportunidad para que estos productores se integren a la cadena productora y exportadora de productos agrícolas. Aquí es importante que los productores opten por mejorar el manejo del cultivo a través de la siembra de variedades de mayor rendimiento de acuerdo a los pisos ecológicos que se existen.

La falta de capacitación por parte de los agricultores locales y deficiente labor de extensión agraria por parte de los técnicos especialistas de las diferentes instituciones relacionadas con el agro, hace que los productores de la provincia de Huancabamba no tengan conocimiento de este tipo de cultivos, y menos del uso de paquetes tecnológicos adecuados que sirva de guía y orientación para un buen manejo del cultivo.

Es por ello que, con el presente trabajo de investigación, se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuál sería el ecotipo de mejor respuesta en productividad bajo las condiciones ambientales de Huancabamba?

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

En la sierra de Piura, existen lugares que tienen condiciones de clima y suelo favorables para el desarrollo del cultivo de aguaymanto, si a esto se le suma la disponibilidad de mano de obra y una mejora en el sistema organizacional, entre otros factores, la producción de aguaymanto en estas zonas sería una actividad factible que contribuirá a incrementar los ingresos de los productores y su calidad de vida.

El aguaymanto es una alternativa válida para diversificación de la producción de frutales en la provincia de Huancabamba; permitirá incrementar los ingresos económicos de los agricultores, en base a la introducción de procesos de innovación tecnológica que incrementen la productividad, competitividad y rentabilidad del cultivo.

Por lo manifestado anteriormente, la presente investigación se justifica, ya que generará conocimiento básico sobre ecotipos de aguaymanto que se cultivan en la sierra de Piura especialmente en distrito de Lalaquiz, provincia de Huancabamba, en relación a rendimiento, calidad y producción del fruto. la investigación que se plantea generara información relevante y precisa sobre el comportamiento de los ecotipos en relación a la producción. Dicha información estará disponible a agricultores, técnicos, profesionales y toda persona que requiera conocer o dedicarse al cultivo de aguaymanto.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la fenología y producción de tres ecotipos de aguaymanto en el caserío de Pulún distrito El Carmen de la Frontera, Huancabamba – Piura.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Cuantificar la duración de las fases fenológicas de tres ecotipos de aguaymanto en el caserío de Pulún distrito El Carmen de la Frontera, Huancabamba – Piura.
2. Evaluar las características morfoproductivas de tres ecotipos de aguaymanto.
3. Determinar el ecotipo de mayor rendimiento.
4. Realizar un análisis de rentabilidad de los ecotipos en estudio.

1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. El lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en el caserío de Pulún, Distrito El Carmen de la Frontera, Provincia de Huancabamba – Piura, de propiedad del Sr. Productor Wenceslao Guerrero García.

1.4.2. Ubicación política

Departamento	: Piura
Provincia	: Huancabamba
Distrito	: El Carmen de la Frontera
Caserío	: Pulún.

1.4.3. Ubicación geográfica

Latitud Sur	: 05° 07'16.436''
Longitud Oeste	: 79° 26'03.280''
Altitud	: 2780 m.s.n.m.

1.4.4. Duración del experimento

El presente trabajo de investigación tuvo una duración aproximada de 15 meses, iniciándose en el mes de marzo del 2018, concluyendo la fase de campo en el mes de junio del 2019.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Larreátegui, (2016), en su investigación concluye que los ecotipos estudiados fueron: Cajamarquino, Silvestre, Celendín, Ayacuchano y colombiano. El ecotipo Cajamarquino presentó el mayor rendimiento con 24.34 t.ha^{-1} , seguido por el Ayacuchano, con 22.42 t.ha^{-1} . Respecto al número de frutos, el ecotipo Cajamarquino obtuvo 1641 frutos por planta, seguido del ayacuchano con 1582 frutos. El menor rendimiento lo obtuvo el ecotipo Silvestre con 16.7 t.ha^{-1} y menor número de frutos el ecotipo Celendín con 1297 frutos por planta. Los frutos obtenidos del ecotipo Silvestre presentaron un peso de 3.54 g y 18.25 mm de diámetro, a diferencia del ecotipo Celendín que obtuvo el mayor peso y tamaño con 4.16 g y 19.56 mm de diámetro, respectivamente. La máxima altura de planta se alcanzó a los 190 días después del trasplante con 198 cm en el ecotipo Cajamarquino y 167 cm en el ecotipo Celendín.

Bejarano et al. (2015), En su tesis concluyeron que la composición fisicoquímica del fruto de aguaymanto fue por cada 100 g., acidez 1.91 %, pH 3.63, solidos solubles 14.83.

Salinas, (2016), en su trabajo encontró que existe diferencias altamente significativas en rendimiento por efecto de los distanciamientos de trasplante, en promedio de los niveles de ácidos húmicos con $4,578.39 \text{ kg.ha}^{-1}$, $3,624.84 \text{ kg.h}^{-1}$ y $3,748.57 \text{ kg.ha}^{-1}$.

Según, Sánchez, (2002), estudiando la fenología del aguaymanto, encontró que el primer botón visible apareció a los 75 días de la siembra; así mismo, la primera flor a los 85 días, el primer fruto cuajado a los 89 días y el primer fruto maduro a los 138 días de la siembra. El tiempo que se tarda el botón hasta llegar la flor abierta e iniciar la antesis es de 10 días, dentro de los cuales se distinguen 4 fases; mientras que la flor se tarda 53 días hasta llegar a fruto maduro dentro de los cuales se distinguen 6 etapas, pero cuando la flor no llega a cuajar se muere 6 días después de la fase 4.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Origen y distribución

Su historia traspasa los períodos incaicos y pre-incaicos a lo largo de la América del Sur. Velásquez y Mestanza (2003), mencionan además “que el tomatito nativo, tomatillo, uvilla o aguaymanto, es una planta que se cree debió originarse como las otras especies de su género, en la vertiente occidental de los Andes entre Perú y Ecuador; es una planta silvestre, que en pocos lugares se cultiva y se cuida sus frutos que son muy apreciados por los campesinos por su sabor azucarado, que se consumen crudos o en dulces; en Cajamarca, las plantas de aguaymanto están distribuidas aisladamente, en pequeños grupos de jardines, huertos de la casa, caminos, bordes de acequias y/o chacras.

2.2.2. Clasificación taxonómica

Physalis peruviana L. se ubica en la siguiente clasificación taxonómica según (Cronquist, A. 1981) citado por (Mostacero et al, 2009).

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophytas (Angiospermatae)
Sub división	: Angiospermas / Angiospermophyta
Clase	: Magnoliopsida (Dycotyledonea)
Sub clase	: Asteridae
Orden	: Solanales
Familia	: Solanaceae
Género	: Physalis
Especie	: Physalis peruviana
Nombre científico	: <i>Physalis peruviana</i> L.
Nombre común	: Aguaymanto, tomatillo, uvilla, uchuva, capulí, etc.

2.2.3. Características morfológicas

Planta

El aguaymanto es una planta perenne con un gran desarrollo vegetativo, que alcanza normalmente 1 m de altura (National Research Council, 1989)

Se ha observado en Celendín y Cajamarca plantas nativas con un desarrollo vigoroso y buena cantidad de frutos de 1.60 m de altura y cerca de 3 m de diámetro (sin manejo técnico), con un buen manejo agronómico la planta puede alcanzar una altura mayor de 2 m. (Velásquez y Mestanza, 2003). Además mencionan que es una planta muy robusta, el tallo es de consistencia succulenta y semi-leñosa.

Raíz

El sistema radical consiste en una raíz principal (raíz axonomorfa), de la que salen raíces laterales y muchas fibrosas, la mayoría de las raíces fibrosas se encuentran en unos 10 a 15 cm de profundidad, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 0.60 m. El sistema radical profundiza hasta unos 50 a 80 cm. Sin embargo, en el manejo del cultivo las labores de trasplante destruyen la raíz principal y lo más común es que presente una masa irregular de raíces fibrosas. Es frecuente la formación de raíces adventicias en los nudos inferiores de las ramas principales (Zelada, 2017).

Tallo

El tallo de aguaymanto es herbáceo, hueco quebradizo, cubierto de vellosidades color verde (de textura muy suave al tacto), posee en sus nudos varias yemas de donde nace una hoja, una yema vegetativa (rama) y una yema floral (flor), aunque tiende a lignificarse en las plantas viejas. En sus primeros estados de vida es monopódica (forma hasta 14 hojas) y luego se ramifica dicotómicamente (forma dos bifurcaciones consecutivas al final del tallo principal, en cada bifurcación aparece una flor), luego el crecimiento es en forma consecutiva (formación de nuevos nudos, donde existe una hoja, una flor y una yema vegetativa, donde nacerá una nueva rama, en el que se repite el mismo patrón de crecimiento).

Antes de completar su crecimiento, desarrollan las ramas laterales (la forma de crecimiento es muy similar al del tallo principal), que luego crecen más que el tallo principal, agrandando lateralmente a la planta (este tipo de crecimiento ayuda en la protección del suelo, contra la erosión). En corte transversal aparece más o menos

circular, con pequeños ángulos o esquinas (el tallo principal es poliédrico de 5 lados); la altura del tallo es variable según manejo que se le dé a la planta (Velásquez y Mestanza, 2003).

Hojas

La forma de las hojas del aguaymanto es muy variable; generalmente son enteras, simples predominando el tipo acorazonado y depende gran parte de las condiciones ambientales. La lámina está dividida en 2 a 12 pares de bordes dentados de diferente tamaño. Con frecuencia entre 2 pares de bordes dentados grandes existen de 1 a 3 pares más pequeños (en todos ellos los bordes son muy recortados). En las hojas, como en los tallos jóvenes, hay abundante pubescencia.

Las hojas son suaves, aterciopeladas, carnosas y están distribuidas en forma alterna desde la base del tallo hasta el ápice (filotaxia 3/6, en un tallo de 5 lados; esto en el crecimiento monopodial del tallo principal). Las hojas después de la maduración del fruto se amarillean y caen (Velásquez y Mestanza, 2003).

Inflorescencia

La inflorescencia es generalmente simple en la parte inferior de la planta (al final del crecimiento monopodial termina con una flor, lo mismo sucede con la base de la siguiente bifurcación) y es más continua al terminar la segunda bifurcación de la manera siguiente: hoja-yema vegetativa-flor, hoja-yema vegetativa-flor de una manera casi indefinida.

Las flores se abren sucesivamente (las flores son solitarias), de modo que en la misma inflorescencia puede ver tanto flores como frutos en diferentes etapas de desarrollo.

La floración ocurre a los 60 a 75 días de siembra (días después del trasplante) y la floración es muy larga (florece a lo largo de todo el año en áreas libres de heladas). Las flores tienen un pedúnculo corto y curvo hacia abajo, por lo que asumen una posición pendiente. El pedúnculo presenta al centro un engrosamiento ligero que corresponde a la superficie de abscisión, pues es muy corriente en esta especie que un gran número de flores se caigan prematuramente, sobre todo cuando hay estrés hídrico o bajas temperaturas.

Las partes de la flor son las siguientes: La corola en forma de campana, mide de 2 a 2.5 cm de diámetro; está constituido por cinco pétalos que se doblan irregularmente hacia fuera cuando la flor está completamente abierta; los pétalos son amarillos con unas manchas oscura (morada) en la base. Los estambres en número de cinco en cada flor, con las anteras, erectas y unidas. El pistilo está constituido por un ovario ínfero, de varias celdas y un estilo largo, que sobresale apenas de las anteras y termina en un estigma achatado.

El cáliz es cónico, de color verde, también conocido como capacho o capuchón, termina en cinco dientes agudos, llamados sépalos; el cáliz es papiráceo, este protege a los fruto de pájaros, insectos, organismos patógenos, también de las condiciones climáticas extremas; el cáliz maduro puede pesar de 0.12 a 0.25 g, llega a un tamaño de cinco cm de largo, es acreciente como un farol colgante, se mantiene verde hasta madurar la fruta El cáliz es importante también como fuente indispensable de carbohidratos durante los primeros 20 días de crecimiento, luego toma un color pardo translúcido. Comúnmente al cáliz se le llama también capuchón o capacho.

La auto-polinización es norma en las solanáceas; sin embargo puede haber un cruzamiento de un 5% por los insectos. El color amarillo de las flores acampanadas es polinizado fácilmente por los insectos y el viento (Los insectos polinizadores, tales como abejas, aparecen generalmente en el sistema para ayudar a dar frutos). En climas más calientes, la planta puede florecer y dar fruto a lo largo de todo el año.

Fruto

El fruto tiene la particularidad de estar casi completamente cubierto por el cáliz, que crece conforme se desarrolla el primero; siendo el fruto más pequeño que el cáliz, existiendo un amplio espacio vacío entre ambos. El fruto es una baya de forma esférica de dos a cinco celdas (es como un tomate en miniatura en su estructura interna).

El color y aroma del fruto varía según los ecotipos, encontrándose desde color verde limón hasta amarillo dorado, cuando están maduros. La pulpa amarilla y jugosa, es muy agradable por su sabor azucarado, así como la materia mucilaginosa que rodea las semillas. El diámetro o calibre del fruto es bastante variable que va desde 1.25 a 2.30 cm, con un promedio de 1.80 cm. El peso del frutos varía grandemente de acuerdo a los ecotipos, desde 1.70 a 8.10 g (he incluso de 10 g), con un promedio de 5.30 g, igual

sucede con el número de frutos por planta, que va desde 70 a 1400 frutos, cuyo promedio puede ser de 300 frutos (Velásquez y Mestanza, 2003).

Semilla

Las semillas son muy pequeñas (desprovistas de hilos placentarios), ovaladas-achatada, miden de 1.5 a 3.0 mm de largo, de ancho un promedio aproximado de 1.0 mm; siendo el número muy variable en cada fruto y entre ecotipos que va desde 150 a 320 semillas por fruto; la semilla es de color amarillo grisáceo (o amarillo parduzco). En un gramo puede contener más de 1000 semillas. Logran conservar su capacidad germinativa por varios años (2 a 3 años) cuando las condiciones de conservación son favorables. En semillas frescas se obtiene un porcentaje mayor al 90 % de germinación.

Germinación

Según, Medina, (1991), las semillas del aguaymanto no alcanzan su madurez fisiológica paralelamente con la madurez fisiológica del fruto, en tal sentido estas semillas requieren de un periodo de post-maduración de 2 a 4 meses conservados a 4 °C de temperatura para completar su madurez fisiológica (el poder germinativo va aumentando a medida que mayor es el tiempo de conservación).

Emergencia

La humedad del suelo debe ser lo suficiente, de tal manera asegurar la germinación de las semillas y la emergencia de las plántulas que se realizan entre los 17 a 25 días (después de la siembra), con temperatura diurnas entre 20 a 30 °C en promedio y si la temperatura es inferior a 20 °C, el periodo de emergencia se prolonga entre 5 a 12 días más (Velásquez y Mestanza, 2003).

Fenología y desarrollo

Según, Velásquez y Mestanza (2003), se han determinado las siguientes fases fenológicas:

- Fase de germinación de las semillas a inicio de la floración.
- Fase de floración a inicio del fructificación.
- Fase de fructificación a la maduración del fruto (cosecha).

Estas fases tienen diferente duración en plantas en crecimiento: Inicialmente hay un crecimiento inicial foliar; alrededor de 2 a 3 semanas del trasplante, se inicia la ramificación y floración; a partir de este momento, el crecimiento de hojas y flores es continuo y alterno en cada rama, teniendo siempre las plantas hojas nuevas y viejas, flores, frutos en crecimiento y otros madurando.

2.2.4. Composición y contenido nutricional

Excelente fuente de provitamina A (3.000 I.U. de caroteno por 100 g) y vitamina C. También posee algunas del complejo de vitamina B. Además la proteína (0,3%) y el fósforo (55%) que contiene son excepcionalmente altos para una fruta (Inkanatutal, 2012), tal como se indica en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Composición y contenido nutricional de fruto de aguaymanto.

Componentes	Contenido de 100 g de Aguaymanto	Valores Diarios (Basados en una Dieta de 2000 Calorías)
Humedad	78.90%	
Carbohidratos	16 g	300 g
Ceniza	1.01 g	
Fibra	4.90 g	25 g
Grasa total	0.16 g	66 g
Proteína	0.05 g	
Ácido ascórbico	43 mg	60 mg
Calcio	8 mg	162 mg
Caroteno	1.61 mg	5000 iu
Fósforo	55.30	125 mg
Hierro	1.23 mg	18 mg
Niacina	1.73 mg	20 mg
Riboflavina	0.03 mg	1.7mg

Fuente (Inkanatutal, 2012)

2.2.5. Etapas de desarrollo periódico del cultivo

Según Montal, (1999), las etapas del desarrollo del aguaymanto son:

Etapas duración

✓ Inicial	0-89 días
✓ Desarrollo	90-131 días
✓ Floración	132-164 días
✓ Fructificación y cuajado	165-191 días
✓ Producción	192-202 días

Ciclo del cultivo

Desde el trasplante hasta la primera cosecha transcurre un período de 90 días dependiendo de la altitud, en zonas más altas este periodo es más largo. Una vez empezada la cosecha esta es continua, lo cual permite realizar recolecciones semanales y en ocasiones hasta dos por semana dependiendo de los grados de madurez y de los requerimientos del mercado (Zapata, 2003).

2.2.6. Requerimientos edafoclimáticos

Formación ecológica

Los valles interandinos constituyen las mejores zonas apropiadas para este cultivo (ya que estaría en su medio natural). Es muy común encontrarlo en las zonas de vida: bosque seco premontano tropical (bs-PT) y bosque seco montano bajo tropical (bs-MBT). (National Research Council, 1989)

Luminosidad

La planta no se restringe al parecer grandemente por la duración del día, ya que la planta produce fruta cerca del Ecuador y en las altas latitudes como en Nueva Zelanda, (National Research Council, 1989). Sin embargo, se cree que para obtener altas producciones se necesita una buena luminosidad. La temperatura y la luz juegan un papel importante en el tamaño, color, contenido nutricional, sabor y tiempo de maduración del fruto. Para obtener un fruto de óptima calidad se requiere una intensidad lumínica de equivalente entre 1500 y 2000 horas luz/año.

Según Velásquez y Mestanza, (2003), la planta de aguaymanto se desarrolla mejor con intensidad de luz alta; cuando esta es baja, se afecta la apertura de los estomas. La escasez de luz produce debilitamiento de las plantas, las cuales son más susceptibles a las enfermedades. En condiciones de vivero la escasa luz, da origen a plantas con pocas ramas.

Precipitación

Por lo menos de 600 a 800 mm de precipitación son necesarios durante los primeros períodos de crecimiento. Sin embargo, (National Research Council, 1989) menciona que mayores cantidades de precipitación han incrementado la producción (se han reportado hasta 4300 mm cuando el drenaje del suelo ha sido bueno), aunque la

humedad excesiva puede promover las enfermedades criptogámicas, también obstaculizan la formación de la fruta (probablemente porque disminuye la polinización).

La precipitación óptima debe oscilar entre 1000 y 2000 mm bien distribuidos a lo largo del año, con una humedad relativa entre 70 % y 80 %. El suministro de agua es importante durante los periodos secos para evitar que se rajen los frutos (Ivan, 2009)

Humedad

La humedad relativa favorable para este cultivo oscila entre 70 % y 80 %. Aunque también puede crecer con una humedad relativa mínima de 50% y máxima de 90% (Fischer y Angulo, 1999).

Altitud

La fruta se produce bien desde el nivel del mar hasta los 3300 msnm, pero obtiene un buen comportamiento entre 1800 a 2800 msnm, siendo lo ideal entre 2400 a 2800 msnm (observación personal, esto por la poca incidencia de plagas y enfermedades y tamaño de frutos). Con el aumento de la altitud la planta produce un sistema radical más superficial, un porte más bajo, hojas más pequeñas y gruesas, y aplaza el primer pico de producción (Fischer y Angulo, 1999).

El aguaymanto es capaz de crecer en un gran rango de altitud de los pisos altitudinales intermedios de los Andes, entre los 1500 y 3000 msnm (Salazar, 2006). Siendo el ideal entre 2400 y 2800 msnm (Paucar, 2013)

Temperatura

La planta de aguaymanto crece en un rango de temperatura de 8 a 29 °C. Sin embargo, Fischer y Angulo, (1999), mencionan que la temperatura óptima de crecimiento está en el rango de 13 a 18 °C, la temperatura óptima para el proceso de floración se encuentra entre 15 y 18 °C. Se ha observado, una cierta tolerancia para soportar la helada. Las plantas son susceptibles a bajas temperaturas, sequía y fuertes vientos. Una medida de control consistiría en cercar el campo de cultivo con barreras vivas que actúen como rompevientos y como biotermoregulador, ejm. Aliso (*Alnus sp.*), hileras de maíz, cebada u otro cereal nativo.

El crecimiento vegetativo es muy lento con temperaturas debajo de 10°C, así la floración se detiene con temperaturas menores a 13°C. Cuando los días y noches son

fríos, las plantas reaccionan de un color verde púrpura, cambiando de color a verde normal hasta que se normalice el clima”. Las bajas temperaturas (heladas) afectan las ramas superiores, produciendo caídas de flores, frutos y hojas; en hojas y ramas se producen una destrucción de células, que luego con los primeros rayos luminosos, van secando produciéndose un quemado. Para lo cual será necesario realizar podas afín de eliminar estas ramas (Velásquez y Mestanza, 2003).

Según National Research Council, (1989), que en Hawai la planta produce la fruta donde las temperaturas del día están en la escala de 27-30°C. Sin embargo, (Velásquez y Mestanza, 2003) mencionan que las altas temperaturas afectan la floración; las flores son pequeñas o caen al suelo sin ser polinizadas, debido a la falta de hidratos de carbono que se consumen por las partes vegetativas de la planta.

MINCETUR, (2009), menciona que el rango de temperatura promedio para el crecimiento de aguaymanto debe estar entre 13 a 18 °C. La fruta puede soportar bajas temperaturas, pero sufre daños irreparables por debajo de 0 °C, su crecimiento es afectado si persisten temperaturas menores a 10 °C. La temperatura óptima es de 18 °C; temperaturas muy altas pueden perjudicar la floración y fructificación.

2.2.7. Labores culturales

Distanciamientos de siembra

Según Velásquez y Mestanza, (2003), la topografía del terreno es el que más influye en la elección de las distancias de siembra (entre plantas y entre líneas). En terrenos con topografía que tienen demasiada pendiente, se recomienda que las distancias de siembra sean más amplias, pues permiten mayor aireación entre plantas y disminuye la posibilidad que la humedad del suelo se incremente demasiado previniendo así enfermedades radiculares, además de facilitar las labores culturales (en terrenos planos se pueden disminuir la distancia entre plantas). Así también, se debe tomar en cuenta la humedad relativa del ecosistema donde se realizará la plantación, la fertilidad del suelo, dosis de fertilización y tipo de manejo, hábito de crecimiento de cada ecotipo, duración de la plantación (1, 2 ó 3 años). Algunos ejemplos de distanciamientos, que no necesariamente son una receta, pero pueden servir para tomar ciertas decisiones, según las condiciones locales.

Preparación del terreno

Según Velásquez y Mestanza, (2003), el indica que de ser necesario se deben realizar algunas pasadas con subsolador o en su defecto utilizar arado de discos, arado con un sólo un disco, seguido de varios pases de rastra (cincales), nivelación del terreno y surcado. También se puede preparar en sistemas de mínima labranza, procurando hacer los mínimos pases de maquinaria (arado y surcado con el arado de discos y de vertedera) o utilizando el surcado manual con azadón o con arado de palo (yunta de toros), arado de montura (jalado por un burro o caballo); de preferencia los metales de las herramientas a usar deberán ser de bronce.

Se debe tener en cuenta para una buena preparación del terreno, lo siguiente:

- No deteriorar en lo posible la estructura del suelo (usar arado con cincales si es de bronce, mejor; arado de palo, etc.).
- Si la napa freática es menor de 1 m de profundidad (hacer drenajes profundos, levantar camas, evitar que las raíces entren en contacto con el agua).

2.2.8. Plan de abonamiento y fertilización

Según, Velásquez y Mestanza, (2003), todo plan de abonamiento y fertilización del *Physalis peruviana* debe estar sometido a un previo análisis químico del suelo (riqueza en nutrientes), ya que es importante tener en cuenta un adecuado abastecimiento de elementos menores (la disponibilidad de ellos está en función del pH del suelo), sobre todo el Boro para evitar que las bayas se rajen. También las características físicas como, textura, estructura, profundidad de suelo (calicata); características oculares, estado actual en que se encuentra (cultivo actual y anteriores). Todos estos elementos condicionan la utilidad de los abonos, correctivos y la dosis económica de fertilizantes que se debe aplicar. Claro que para un cultivo intensivo, se debe analizar otros componentes, como es la tecnología a emplear, rendimientos esperados, costos de producción y precios de comercialización.

Ejemplo de fertilización: las dosis recomendadas según Velásquez y Mestanza, (2003), son los siguientes.

1. Recomienda una dosis de N (150) – P_2O_5 (130 a 140) – K_2O (300 a 350)
2. Fertilización de fondo: N (80) – P_2O_5 (110 a 120) – K_2O (200 a 250)
3. Fertilización de cobertura: N (70) – P_2O_5 (20) – K_2O (100)
4. Otra dosis que también recomienda: N (150) – P_2O_5 (150) – K_2O (450)

Riego

Velásquez y Mestanza, (2003) mencionan que la planta de aguaymanto o tomatillo es muy sensible a la falta de agua, la planta se torna de un color púrpura generalizado; la carencia de humedad (sequía prolongada) produce también el fenómeno de absorción de agua de los frutos por las diferentes partes del vegetal, dando lugar a agrietamientos de frutos o caída de los mismos; cuando inmediatamente se riega, va cambiando de coloración a un verde normal.

2.2.9. Ecotipos de estudio

a) San Pablo

Según Azingenieros (2016), Este ecotipo tiene fruto color naranja; forma redondeada ligeramente achatada en la base; sabor agridulce; cáliz acorazonado alargado de color pajizo oscuro cuando está seco.

b) Colombiano

El fruto viene protegido naturalmente por un cáliz de forma acorazonada, cuando madura el fruto toma un color naranja con un sabroso sabor agridulce. Tiene buenos rendimientos en suelo fértil (Azingenieros, 2016).

Se siembra en cualquier época del año en espacio protegido en macetas y a una distancia de 2 x 1.5 m en campo definitivo. Es necesario cultivar en lugares libres de heladas.

Requerimiento de clima

- Luz solar
- Humedad
- Temperatura: 13 - 18 °C

Requerimiento de suelo

- pH: 5.5 - 7
- Suelo suelto
- Suelo drenado

c) Celendín

Es un ecotipo diferenciado del ecotipo colombiano; fruto color naranja; forma redondeada ligeramente achatada en la base; sabor agridulce; cáliz acorazonado alargado de color pajizo oscuro cuando está seco.

Según Azingenieros, (2016), el aguaymanto ecotipo Celendín, es considerado en los mercados de Lima y por especialistas culinarios como uno de los mejores del Perú.

El clima de Celendín sobre todo entre los 2500 a 3000 msnm es el mejor para la producción de aguaymanto en la región Cajamarca.

Análisis de calidad de fruto de aguaymanto

Novoa, (2006), menciona a la acidez total titulable, como medida general de la presencia de ácidos en el fruto, presenta un comportamiento típico de disminución durante la maduración del fruto de aguaymanto. Este fruto se caracteriza por presentar alta acidez total titulable que puede oscilar entre 1,5% y 4%.

Bejarano et al., (2015), indican que el contenido de Vitamina C es de 20.13 mg. Por otro lado, Veliz, (2010), reporta: 25,475 mg/100g de ác. Ascórbico (Vit. C) en pulpa fresca de aguaymanto.

La cosecha se inicia entre 3 a 5 meses después del trasplante, dependiendo de la altitud donde se establezca el cultivo; a mayor altura sobre el nivel del mar, mayor será el periodo de tiempo entre la siembra y la cosecha (Zapata, 2002).

Mendoza, (2012), en su investigación caracterización físico química de aguaymanto en la región de Silvia Cauca. Concluyeron los siguientes resultados mostraron valores de pH de 3,72 y acidez titulable de 2; estos resultados no difieren significativamente de la calidad del ecotipo utilizado para exportar; cuyo pH es 3,4 y la acidez titulable es de 1,6; demostrando así que la fruta cumple con los parámetros de calidad exigidos por las normas nacionales e internacionales. La uchuva es una fruta de naturaleza ácida, de bajo pH, alto contenido de vitamina C con un gran potencial para incursionar en nuevos mercados tanto internos como externos

PROMPERU, (2012), concluye que el rendimiento promedio nacional es 18,5 t/ha/año, el de los mejores productores es 25 t.ha⁻¹, el promedio de investigación es 30 t/ha/año, lo que demuestra que se debe hacer mayor investigación. Los rendimientos reportados

en condiciones de sierra son entre 5 a 12 t.ha⁻¹, en costa de 6 a 12 t.ha⁻¹, dependiendo del tipo de suelo y manejo del cultivo

Puente et al., (2011), hacen referencia a numerosas investigaciones que reportan la caracterización fisicoquímica de la uchuva (*Physalis peruviana* L), las cuales coinciden en valores aproximados para parámetros como sólidos solubles expresados como °Brix con contenidos que van entre 12,5 y 14,3, el porcentaje de acidez expresado como % de ácido cítrico oscila entre 2 y 2,4. En los frutos maduros el pH y el °Brix decrecen lo que lleva a un aumento de la acidez de un 2,0 a 2,1%.

Sánchez, (2002), reporta un promedio de 12.267 °Brix.

2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS

1. **Ecotipos.** Es una subpoblación genéticamente diferenciada que está restringida a un hábitat específico, un ambiente particular o un ecosistema definido, con unos límites de tolerancia a los factores ambientales
2. **Fenología.** En plantas. La fitofenología es la parte de la fenología que estudia cómo afectan las variables meteorológicas a las manifestaciones periódicas o estacionales de las plantas (floración, aparición y cuajado de frutos y su maduración, caída de hojas y dormancia).
3. **Rendimiento.** El rendimiento se ubica en todas aquellas superficies que conforman unidades de observación y en las cuales se obtuvo al menos un fruto. Se calcula como el cociente de dividir la producción entre la superficie cosechada.
4. **Vitamina C.** Conocida como ácido ascórbico, es un nutriente hidrosoluble que se encuentra en ciertos alimentos. En el cuerpo, actúa como antioxidante, al ayudar a proteger las células contra los daños causados por los radicales libres.
5. **Fruto.** Parte de la planta en que, después de la fecundación, se transforma el ovario de la flor, que contiene las semillas, y que sirve de alimento.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis general

El cultivo de aguaymanto tiene diferente comportamiento fenológico y producción en función al ecotipo bajo las mismas condiciones agroclimáticas.

2.4.2. Hipótesis específicas

1. La duración de las fases fenológicas de los ecotipos de aguaymanto difieren dependiendo al ecotipo.
2. Los ecotipos de aguaymanto difieren en sus características morfo productivas.
3. Los ecotipos de aguaymanto difieren en el rendimiento.
4. Económicamente los ecotipos de aguaymanto se comportan de manera diferente.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. ENFOQUE Y DISEÑO

3.1.1. Enfoque de la investigación

Se realizó bajo el enfoque Cuantitativo, porque fue necesario medir, contar, calcular datos en las unidades experimentales de la investigación. Por ejemplo; número de frutos por planta, rendimiento por hectárea, etc.

3.1.2. Tipo de investigación

Corresponde a una investigación aplicada de tipo Experimental. Porque hay manipulación de variables y los datos se calculan bajo un análisis estadístico.

3.2. Sujetos de la investigación

La población estuvo conformada por 270 plantas de aguaymanto instaladas en un área de 972 m².

La muestra de la investigación, estuvo conformada por 30 plantas por cada unidad experimental, evaluándose las seis plantas centrales al azar.

3.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

3.3.1. Materiales y equipos

Materiales de campo

- ✓ Plantones: Se necesitó 270 plantones de aguaymanto: ecotipos San Pablo, colombiano y Celendín.
- ✓ Fertilizantes: Urea, fosfato de amonio y sulfato de potasio. Materia orgánica bajo la forma de compost.
- ✓ Pesticidas: Insecticida Laser (Metamidophos), fungicida Parachupadera 740 PM (Flutolanil mas Captán).
- ✓ Abonos foliares: Nitromax (30-10-10 de NPK)

Materiales y equipos de laboratorio

Balanza de precisión, vernier, aspersor manual de espalda, (Mochila), equipos y reactivos para la determinación de análisis de físico-químicos del suelo y calidad de la fruta.

Equipos

- ✓ GPS
- ✓ Cámara digital
- ✓ Laptop

Material complementario.

- ✓ Wincha
- ✓ Palanas
- ✓ Etiquetas
- ✓ Tijeras de podar
- ✓ Plumones marcadores
- ✓ Lapiceros
- ✓ Libreta de apuntes
- ✓ Pinceles
- ✓ Tableros
- ✓ Lápices
- ✓ Estacas

3.3.2. Información meteorológica

Los datos meteorológicos fueron obtenidos de la estación meteorológica ubicada en distrito de Huancabamba, provincia de Huancabamba-Piura, donde se reportaron los siguientes datos: Temperatura media mensual, humedad relativa, precipitación pluvial.

3.3.3. Análisis físico -químico del suelo

Se tomaron varias sub muestras de suelo a una profundidad de 30 cm, en el área donde se ejecutó la investigación, las cuales se homogenizaron y por la técnica del cuarteo se obtuvo una muestra representativa de 1 kg. El análisis se realizó en el laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía – Universidad Nacional de Piura, conforme se detalla en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Determinaciones y métodos en el análisis Físico- Químico del suelo.

Determinación	Unidad	Método
Textura	%	Bouyoucus
pH (1:2.5)		Potenciómetro
Materia orgánica	%	Walkley y Black
Nitrógeno total	%	Estimado a partir de materia orgánica.
Calcáreo (CaCO_3)	%	Volumétrico
Fósforo disponible	ppm P	Olsen
Potasio asimilable	ppm K	Espectrofotometría
Conductividad eléctrica	dS.m ⁻¹	Sumatoria de bases cambiables
C.I.C	Cmol (+). Kg ⁻¹	Acetato de amonio
Ca ⁺⁺ y Mg ⁺⁺	Cmol (+). Kg ⁻¹	Complejométrico
Na ⁺ y K ⁺	Cmol (+). Kg ⁻¹	Complejométrico

3.3.4. Conducción del experimento

a) **Preparación del terreno.** comprendió las siguientes labores.

- ✓ Eliminación de malezas
- ✓ Aradura. Si hizo con yunta (toros)
- ✓ Riesgos. Mantenimiento del riego tecnificado.
- ✓ Hoyado. - Se realizaron en forma manual con dimensiones de 0.4 x 0.4 x 0.4 m³.

b) **Trasplante.** - Se realizó cuando los plantones procedentes del vivero, tuvieron 138 días de edad.

c) **Deshierbos.** - Se realizaron cuatro deshierbos en forma manual (con lampa) durante los primeros seis meses del cultivo.

d) **Abonamiento al suelo.** - Se abonó todo el campo con urea, fosfato di amónico y sulfato de potasio que fueron constantes para los tratamientos, tal como se indica en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Dosis y momentos de aplicación de los fertilizantes empleados.

Momento de aplicación	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
	110 kg.ha ⁻¹)	(100 kg.ha ⁻¹)	(165 kg.ha ⁻¹)
A los 25 días después del trasplante	46.44 kg. Urea	171.11 Kg FD	90.75.9 kg. SK
	16.72 g/planta	61.66 g/planta	32.67 g/planta
Inicio de floración	67.33 Kg. Urea	33.33 kg. FD	110 kg. SK
	24.24 g/planta	12 g/planta	39.67 g/planta
Cuajado de fruto	33.92 kg. Urea	17.77 kg. FD	74.25 kg.SK
	12.21 g/planta	6.4 planta	26.73 g/planta

Fuente: Elaboración propia en base al análisis físico-químico del suelo

FD: Fosfato Diamónico

SK: Sulfato de potasio

- e) **Riegos.** - Los riegos se realizaron en forma semanal, durante los tres primeros meses de edad del cultivo. El sistema de riego empleado fue vía manual con manguera durante los dos (2) primeros meses y después con el sistema de aspersión.
- f) **Podas.** - Se realizó una poda con la finalidad de eliminar los mamones y chupones que debiliten al tallo principal y orientar a la planta para que siga un patrón de crecimiento. Para ello se empleó tijeras de podar debidamente desinfectadas para evitar proliferación de microorganismos patógenos.
- g) **Cosecha:** Consistió en recoger de la planta los frutos de aguaymanto, cuando tenían una edad de seis meses de trasplantado en campo definitivo y los frutos presentaban un color amarillo - anaranjado. Se evaluaron las doce primeras cosechas de frutos (seis primeros meses de cosecha), los mismos que fueron recogidos manualmente y colocados en jvas.

3.4. Observaciones experimentales

Se realizaron evaluaciones fenológicas, morfológicas, de producción y de calidad.

3.4.1. Evaluaciones fenológicas

1. Días a la aparición de las primeras ramas

Se registró los días en que aparecieron las primeras ramas a partir del tallo principal, las evaluaciones se realizaron cada cuatro días desde el trasplante hasta que se produjeron la aparición de las primeras ramas.

2. Días a la aparición de los primeros botones florales

La determinación para días a la aparición de las primeras ramas se realizó cuando aproximadamente el 50% de las plantas a evaluar presentaron la aparición de las primeras ramas, cuando estas tenían un promedio de 5 cm de longitud y una altura de planta de 12 cm.

3. Días a la floración

Se tomó los días que a partir del trasplante, el 50% de las plantas en cada unidad experimental, presentó al menos una flor completamente desarrollada.

4. Días al cuajado de frutos

Esta evaluación se realizó contabilizando el número de días desde la aparición de la primera flor hasta el cuajado del primer fruto en las plantas de aguaymanto.

5. Días a la primera cosecha

Se registró los días que transcurrieron desde la siembra hasta el inicio de la primera cosecha

3.4.2. Evaluaciones de morfología

1. Crecimiento de plantas (cm.)

Se realizó tomando medidas cada 15 días, desde el trasplante en campo definitivo hasta el 100% de floración, se evaluaron seis plantas por unidad experimental, midiéndose la altura desde el cuello de la planta hasta la yema terminal del tallo principal.

2. Área foliar

Se determinó en plena floración, para lo cual se tomaron nueve plantas al azar una por cada unidad experimental, para ello se empleó el método del cuadrado, que consistió en pesar una hoja representativa, luego se pesó el cuadrado de la hoja y por regla de tres simple se determinó el área foliar de la hoja que multiplicado por el número de hojas, se obtuvo el área foliar de la planta, los resultados se registraron en dm^2 /planta.

3. Materia seca

Se efectuó en plena floración para lo cual se tomaron al azar nueve plantas, una por unidad experimental, las que fueron sometidas a estufa a 70°C por un lapso de 24 horas hasta que alcanzaron peso constante. La determinación se realizó en el Laboratorio de Botánica del Departamento Académico de Morfofisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía – Universidad Nacional de Piura. El valor promedio se expresó en gramos.

3.4.3. Evaluaciones de producción.

1. Número de frutos por planta

Se tomaron seis plantas por cada unidad experimental, de cada una de ellas, se contó el total de frutos cosechados que alcanzaron su madurez comercial, para obtener un promedio de frutos por planta.

2. Peso de fruto (g.)

Después de cosechar los frutos, se pesaron 10 de ellos tomados al azar, utilizando una balanza electrónica. Se expresó en gramos.

3. Diámetro ecuatorial del fruto (mm)

A los mismos frutos de la observación anterior, se les tomó el diámetro ecuatorial haciendo uso de un vernier. Los resultados se promediaron y fueron expresados en mm.

4. Rendimiento ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

La determinación del rendimiento, se realizó considerando las cosechas de cada unidad experimental, cuyos resultados fueron elevados a hectárea.

3.4.4. Evaluaciones de calidad

Se seleccionaron los frutos de la décimo segunda cosecha (última cosecha contemplada en la investigación) por cada tratamiento, luego se llevaron al laboratorio de Control de Calidad de la Facultad Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura para sus determinaciones.

- **Solidos solubles totales (°Brix)**

De cada unidad experimental se tomaron 10 frutos, se les extrajo el jugo y se analizaron en un refractómetro manual para °Brix. Se utilizó el método de ensayo: NMX-F-103-NORMEX-2010

- **Acidez titulable**

Se determinó por el método de titulación potenciométrica. Se utilizó el método de ensayo: NMX-F-103-NORMEX-2010.

- **pH.**

El valor del pH se realizó mediante el potenciómetro, también conocido como pH-metro (peachímetro). Se utilizó el método de ensayo: NMX-F.317.NORMEX-2013

- **vitamina C.**

Se determinó empleando los mismos frutos de las observaciones anteriores. El método de empleado fue: NOM.131-SSA1-2012.B.13 para determinación de ácido ascórbico.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

3.5.1. Técnicas

a) Muestro

Se utilizó la técnica de muestreo simple, ya que dentro de la unidad de análisis los datos tuvieron la misma posibilidad de ser tomados para la evaluación. En las evaluaciones se tomaron las seis plantas centrales de cada tratamiento.

b) Recolección de datos

Se realizó la medición directa de los elementos en cada unidad experimental. Se empleó el Kg., como unidad de medida para el caso de rendimiento por hectárea y gramos para

determinar el peso de los frutos. Para diámetro ecuatorial se empleó los centímetros utilizando como instrumento el vernier.

Los parámetros de calidad se determinaron en Laboratorio de la Facultad de Pesquería, donde se evaluaron los siguientes parámetros: Sólidos solubles totales (°Brix), Acidez titulable, pH y vitamina C.

3.5.2. Instrumentos

Para la toma de datos en campo se empleó instrumentos como: balanza automática a pilas, y para las mediciones de los diámetros de los frutos se utilizó un vernier.

En laboratorio se empleó un refractómetro, vasos graduados y probetas de además de reactivos para determinar acidez titulable.

Las tomas fotográficas se hicieron con una cámara digital Marca Sony.

La revisión bibliográfica se hizo en libros de biblioteca y virtuales de páginas web.

3.5.3. Tratamientos en estudio.

Los tratamientos en estudio estuvieron conformados por los tres ecotipos. Dichos tratamientos se indican en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Tratamientos en estudio

Ecotipo	Clave
San Pablo	E1
Colombiano	E2
Celendín	E3

Diseño experimental:

En el presente trabajo experimental, se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar (BCA). Se estudiaron 3 ecotipos. El número de repeticiones fue de 3, haciendo un total de 9 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo conformada por 30 plantas de aguaymanto, evaluándose las 6 centrales tomadas al azar.

3.5.4. Análisis estadístico

Se realizó análisis de Varianza (ANVA), para determinar la significación entre promedios de los ecotipos obtenidos en las evaluaciones de campo, se utilizó la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

3.5.5. Esquema del ANVA

Tabla 3.4. Esquema del ANVA.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
Bloques	2
Ecotipo	2
Error Experimental	4
Total	8

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ZONA EN ESTUDIO

La Tabla 4.1. Muestra los parámetros de clima que se presentaron durante la conducción del experimento, los cuales fueron proporcionados por la estación climatológica de la Provincia de Huancabamba.

Los promedios de las temperaturas que se registraron durante la investigación oscilaron entre 22.1 °C y 27.5 °C, la mínima fue de 12.7 °C y 15.2 °C, respectivamente. Con estos datos podemos corroborar lo dicho por (MINCETUR, 2009), quien menciona que el rango de temperatura promedio para el crecimiento de aguaymanto oscila entre 13 a 18 °C.

La Humedad Relativa fluctuó entre rangos de 61.4% y 70.5%; la precipitación en durante el tiempo del estudio fue de 0.1 mm y 7.8 mm. La precipitación óptima debe oscilar entre 1000 y 2000 mm bien distribuidos a lo largo del año, con una humedad relativa entre 70% y 80 %. El suministro de agua es importante durante los periodos secos para evitar que se rajen los frutos(Iván, 2009)

Tabla 4.1 Datos meteorológicos registrados durante el experimento – año 2018.

Año	Mes	T° Máx	T° Min	H.R (%)	Pp.(mm)
2018	Junio	24.4	12.7	67.2	2.00
	Julio	24.4	13.3	66.9	0.8
	Agosto	24.6	13.9	66.7	0.2
	Setiembre	26.5	14.6	67.7	0.7
	Octubre	27.5	14.0	66.8	2.3
	Noviembre	26.8	14.0	70.5	7.8
	Diciembre	24.2	15.2	66.3	0.8
2019	Enero	22.2	14.4	69.1	2.8
	Febrero	22.1	12.4	64.2	0.1
	Marzo	23.8	13.8	68.6	1.8
	Abril	25.4	15.6	69.5	0.4
	Mayo	24	14.8	61.4	0.7
	Junio	23.4	14.6	68.5	0.2

Fuente: Estación Climatológica Provincia de Huancabamba – Piura.

4.2. ANÁLISIS DEL SUELO DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Tabla 4.2. Resultados del análisis físico – químico del campo experimental

Determinaciones	Resultados	Interpretación
Cond. Eléctrica dS.m ⁻¹	0.44	Muy ligera
pH (1.2:2.5)	6.80	Neutro
Calcáreo (% CaCO ₃)	0.00	
Materia Orgánica (%)	0.70	Muy bajo
N Total (%N)	0.04	Muy bajo
P disponible (ppm P)	13	Medio
K asimilable (ppmK)	180	Medio
Clase textural	Fco Arc.	Grupo II
% Arena	36	
% Limo	31	
% Arcilla	33	
C.I.C*	18.57	Alto
Ca ⁺⁺ (Cmol (+). Kg ⁻¹)	14.10	
Mg ⁺⁺ (Cmol (+). Kg ⁻¹)	3.80	
K ⁺ (Cmol (+). Kg ⁻¹)	0.45	
Na ⁺ (Cmol (+). Kg ⁻¹)	0.22	
Relación Ca/Mg	3.71	Adecuada (3.0 -7.0)
Relación Ca/K	31.33	Alto en Ca y Bajo en K (14 -16)
Relación Mg/K	8.44	No apropiado, Alto en Mg (1.8 -2.5)

Fuente: Análisis realizado en el Laboratorio de Suelos de la Fac. Agronomía – UNP.

*C.I.C: Capacidad de intercambio catiónico

En la Tabla 4.2, se muestran los resultados del análisis Físico – químico del suelo. Presenta clase textural Franco Arcilloso, con 36% de arena, 31% de limo y 33% de arcilla, es un suelo de textura media, adecuado para el cultivo de aguaymanto, conforme lo establece (Miranda, 2005) que el aguaymanto prefiere suelos de estructura granular con una textura franco-arenosa o franco arcillosa, ricos en materia orgánica (>3%), pH : 5.5 - 7.0 (neutro), aunque se adapta muy bien a una amplia variedad de suelos desde pH ácidos (4.5) hasta pH alcalinos (8.2).y que no presenten resistencia mecánica a la penetración de raíces. esta afirmación coincide con nuestro resultado donde el pH es tiene un valor de 6.8 característico de los suelos de la zona de Huancabamba y que en términos generales no representa problema para el cultivo de aguaymanto excepto, posiblemente, en la disponibilidad de algunos micronutrientes, sin embargo, no hubo problemas en cuanto a ellos.

Respecto a la fertilidad del suelo, la materia orgánica con un valor de 0.70%, se considera muy bajo de acuerdo con los valores de este parámetro; el nitrógeno, se registró con un valor muy bajo de 0.04%; el fósforo disponible se encuentra en un nivel medio con un valor de 13 ppm; por otro lado, el contenido de potasio asimilable fue de 180 ppm, el cual es considerado como nivel medio. Teniendo en cuenta estos resultados,

los niveles de nitrógeno y materia orgánica bajos son propios de los suelos de nuestra serranía piurana. Es por ello que las aplicaciones de Urea se realizó de manera fraccionada durante la época de crecimiento de la vegetación para satisfacer la demanda de nitrógeno durante la época de crecimiento vegetativo y fosfato Diamónico al inicio del periodo vegetativo dada la lenta descomposición y poca movilidad del elemento fósforo además de abonos foliares en base a NPK como complemento.

La conductividad eléctrica, con un valor de 0.44 dS.m^{-1} , es muy ligera y no representó problemas de salinidad para el cultivo.

La CIC fue de $18.57 \text{ Cmol (+). Kg}^{-1}$, se considera como un valor alto, lo que indica que el suelo tiene un gran potencial para retener e intercambiar nutrientes,

El calcáreo (CaCO_3) no registró valor, por lo que se puede considerar que no existen deficiencias de ciertos microelementos como Zn, Fe, B, Mn y Cu (FAO, 2019); por lo que no fue necesario la aplicación de los foliares con micro elementos durante la fase de investigación.

Los cationes Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ y K^+ , tuvieron valores de 14.10, 3.80, 0.45 y 0.22 cmol (+). Kg^{-1} respectivamente. Estos valores nos permiten determinar un elevado porcentaje de saturación de bases, lo que indica que el suelo se encuentra saturado en bases y sus sedes de intercambio están siendo utilizadas.

4.3. EVALUACIONES FENOLÓGICAS DEL AGUAYMANTO.

4.3.1. Fases fenológicas

Para las observaciones: días a la aparición de las primeras ramas, botones florales, días a la floración y cuajado de frutos, el ANVA de la Tabla 4.3, indica que no existen diferencias significativas entre los ecotipos en estudio, los coeficientes de variación fueron de 8.19%, 2.39%, 2.18% y 11.92%, respetivamente.

Efecto de los ecotipos

La prueba de Duncan al 0.05, Tabla 4.4, para la observación días a la aparición de las primeras ramas, botones florales, días a la floración y cuajado de frutos, de los ecotipos, establece que no existen diferencias significativas entre los ecotipos en estudio, los cuales se comportan estadísticamente igual. Los valores promedio para los referidos parámetros varían entre 38 y 41 días para días a la aparición de las primeras ramas, correspondientes a los ecotipos Colombiano y Celendín, 66 y 68 días para botones florales, correspondientes a los ecotipo colombiano y San Pablo, respectivamente, 82 y 83 días a la floración, correspondientes al ecotipo San Pablo y el colombiano, 23 y 28 día para cuajado de fruto, correspondientes a los ecotipo colombiano y San Pablo,

Los datos obtenidos para días a la aparición de las primeras ramas muestran coincidencias en número de días por parte de los ecotipos, dado a que esta característica depende por la actividad de las yemas laterales, las cuales están influenciadas por factores como genotipo de la planta condiciones agroecológicas.

Respecto a los días a la aparición del primer botón floral, los ecotipos en estudio muestran un promedio de días coincidentes con los obtenidos por (Sánchez, 2002), quien reporta 75 días en condiciones agroecológicas de Honduras.

Para la observación días a la floración, se realizó contabilizando el número de días desde la aparición de la primera flor hasta el cuajado del primer fruto en las plantas de aguaymanto. Los datos obtenidos coinciden con (Sánchez, 2002), quien obtuvo 85 días. Se presume que esta observación obedece a un comportamiento genético del vegetal, ya que el inicio de la floración se desencadena por un cambio en la pauta de diferenciación del meristemo vegetativo a meristemo floral dentro de una organización estructural génica compleja y diversos niveles y rutas de diferenciación, se puede entender la floración como la inducción y formación de los primeros botones florales. Factores internos (hormonales y nutritivos) y factores externos (luz y temperatura) condicionan la inducción o estimulación floral. (Google, 2015).

Si bien es cierto, los ecotipos en estudio se comportan estadísticamente igual en cuanto al número de días de cuajado de fruto, sin embargo numéricamente se observa que el ecotipo colombiano es más precoz que el resto de ecotipos; cabe mencionar que el

cuajado de frutos comprende una serie de eventos a nivel celular y de desarrollo y en sentido amplio, incluye todo el período durante el cual los frutos pueden sufrir abscisión. Este período comprende la transición de ovario a fruto, que se inicia poco después de la floración, con el crecimiento del fruto por división celular (Talón, 1997).

Tabla 4.3. Análisis de varianza para fases fenológicas de los ecotipos de aguaymanto.

Fases fenológicas		Días a la aparición de las primeras			Días a la aparición de los primeros			Días a la floración			Días al cuajado de fruto.		
Fuente de variación	G.L.	C.M	F	SIGN	C.M	F	SIGN	C.M	F	SIGN	C.M	F	SIGN
Bloques	2	65.2589	6.0420	NS	14.2847	5.6150	NS	1.4135	0.4352	NS	4.3777	0.4272	NS
Ecotipo	2	10.4143	0.9642	NS	3.3767	1.3273	NS	2.7340	0.8417	NS	35.1290	3.4284	NS
Error	4	10.8008			2.5440			3.2482			10.2464		
Total	8												
C.V.		8.19%			2.39%			2.18%			11.92%		

Tabla 4.4. Prueba de Duncan fases fenológicas de tres ecotipos de aguaymanto.

Ecotipo	Días promedio a la aparición de las primeras ramas	Duncan al 0.05	Días promedio a la aparición de los primeros botones florales	Duncan al 0.05	Días promedio a la floración	Duncan al 0.05	Días promedio al cuajado de fruto.	Duncan al 0.05
San Pablo	41	a	68	a	82	a	29	a
Celendín	41	a	66	a	83	a	28	a
Colombiano	38	a	66	a	83	a	23	a

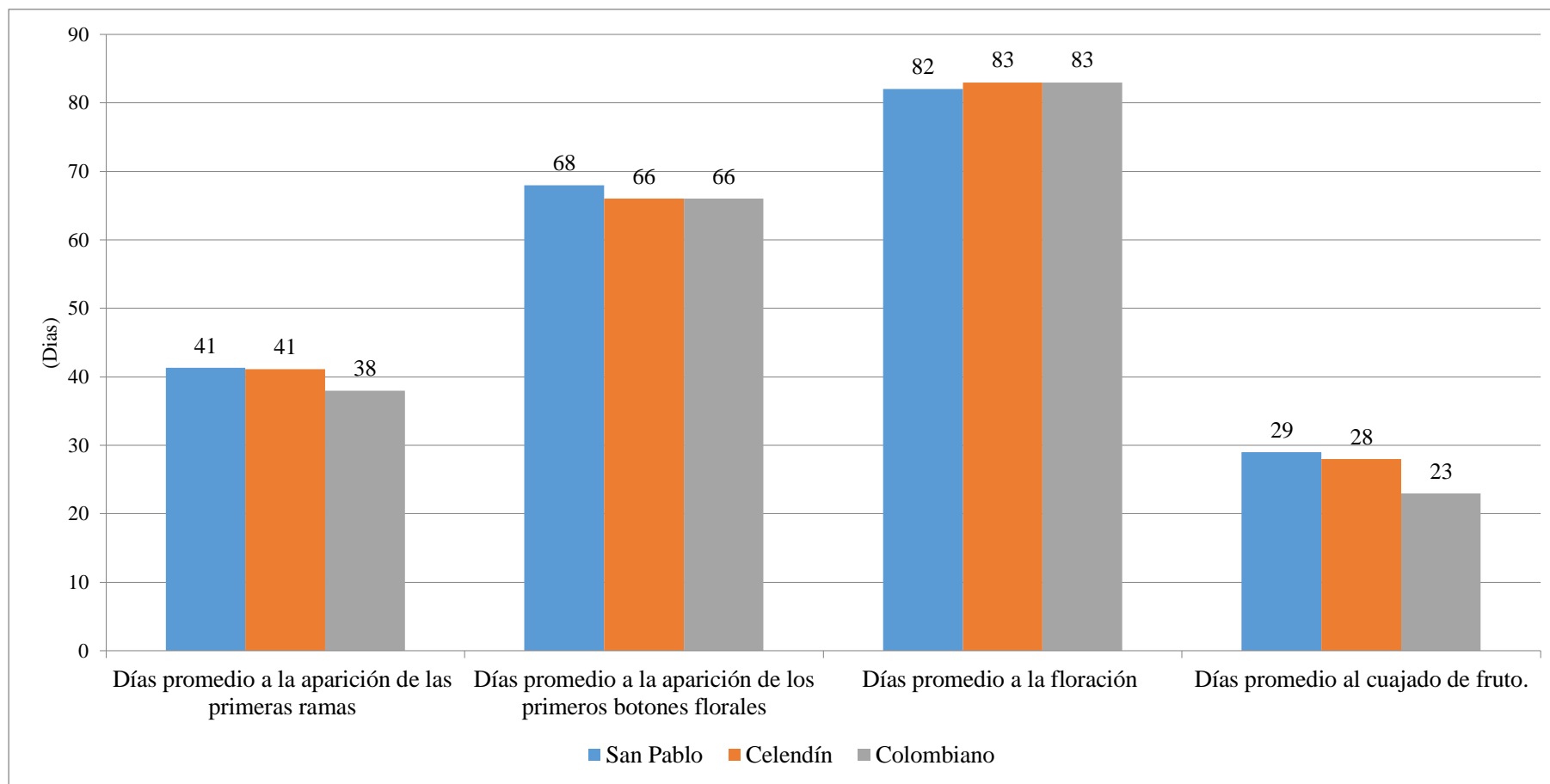


Gráfico 4.1. comportamiento fenológico de tres ecotipos de aguaymanto en Huancabamba- Piura.

4.3.2. Días a la primera cosecha

El ANVA de la Tabla 4.5, indica que existe significación estadística para bloques y alta significación entre los ecotipos en estudio. El coeficiente de variabilidad fue de 1.16%. Los resultados promedio para este parámetro figuran en la Tabla 05 del anexo.

Efecto de los ecotipos

La prueba de Duncan al 0.05, Tabla 4.6, para los días de la cosecha de frutos de aguaymanto, establece que los ecotipos San Pablo con valor de 181 días, Celendín con 178 días, son estadísticamente iguales entre sí. Dichos ecotipos superan al ecotipo Colombiano con valor de 166 días a la cosecha. Los resultados se muestran en el Gráfico 4.2.

Esta evaluación se determinó contabilizando los días desde el trasplante hasta el inicio de la primera cosecha. La cosecha se inició cuando los frutos de aguaymanto tenían un color amarillo, característico de los ecotipos o sea se encontraban en estado de madurez comercial.

Si bien es cierto, los ecotipos San Pablo y Celendín superan estadísticamente al ecotipo Colombiano en número de días a la cosecha, ello implica que los dos primeros tienen un periodo vegetativo más largo en llegar a esta observación.

Por otro lado, se observa que la fenología de los tres ecotipos fue similar en las observaciones: días al botoneo y días a la floración, pero fue el ecotipo Colombiano quien acortó el número de días en la etapa de inicio de floración hasta inicio de la primera cosecha.

El periodo de tiempo entre la siembra y la cosecha probablemente es una característica varietal, genética y depende mucho de las condiciones agroclimáticas como la altitud, temperatura, etc., donde se establezca el cultivo; ya que a mayor altura sobre el nivel del mar, mayor será el número de días (Zapata, 2002), los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación, difieren con los resultados reportados por el referido autor, quien encontró entre 90 a 150 días de inicio de cosecha en aguaymanto en la zona de Cajamarca-

Tabla 4.5 Análisis de varianza de días a la primera cosecha.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	SIGN.
Bloques	2	89.5556	44.7778	10.8929	*
Ecotipo	2	402.8889	201.4444	49	**
Error	4	16.4444	4.1111		
Total	8	508.8889			
C.V.		1.16%			

Tabla 4.6. Prueba de Duncan días a la primera cosecha.

Ecotipo	Días al a Cosecha	Duncan al 0.05
San Pablo	181	b
Celendín	178	b
Colombiano	166	a

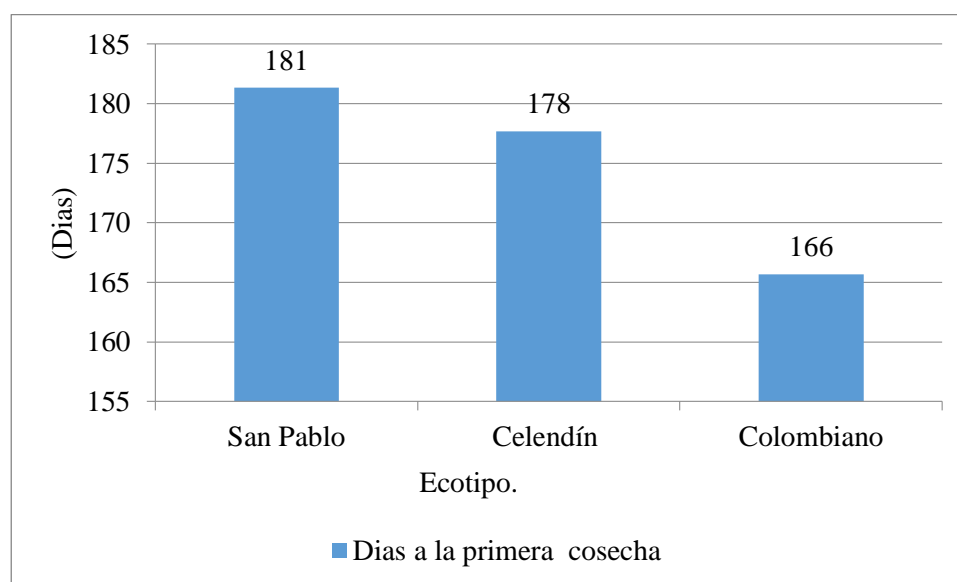


Gráfico 4.2. Días a la primera cosecha de ecotipos de aguaymanto.

4.3.3. Características Fenológicas de los tres Ecotipos de Aguaymanto



San Pablo



Colombiano



Celendín

Altura de planta	Su altura máxima es 79.7	Su altura máxima es 79.4	Su altura máxima es 68.5
Tallo	Su tallo es muy ramificado de color verde	Tallo es menos ramificado de color verde	Tallo es muy ramificado de color verde
Hojas	Sus hojas son acorazonadas	Sus hojas son acorazonadas	Sus hojas son acorazonadas
Flor	Color amarilla clara con 5 pétalos	Color amarilla clara con 5 pétalos	Color amarilla clara con 5 pétalos
fruto	Color naranja con un (°Brix) de 15.57, más dulce	Color naranja con un (°Brix) de 15.40, tiene menos azúcar que el ecotipo san pablo.	Color naranja con un (°Brix) de 14.97, tiene menor concentración de azúcar que los ecotipos colombiano y san pablo.

4.4. CARACTERISTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS TRES ECOTIPOS DE AGUAYMANTO

4.4.1. Altura de planta (cm.)

El ANVA de la Tabla 4.7, indica que no existen diferencias significativas tanto para los bloques como para los ecotipos respecto a la observación altura de planta de los ecotipos de aguaymanto, el coeficiente de variabilidad fue de 10.06% Los resultados promedio para este parámetro figuran en la Tabla 06 del anexo.

Efecto de los ecotipos

La prueba de Duncan al 0.05, Tabla 4.8, no detecta diferencias significativas entre los ecotipos evaluados, los mismos que se comportan estadísticamente igual. Los valores promedio para el parámetro de altura de planta de los ecotipos de aguaymanto a los 130 días (100% de floración), fluctúan entre 68.5 y 79.7 cm/planta correspondientes a los ecotipos Colombiano y San Pablo, respectivamente. En el Gráfico 4.4 se muestran los resultados.

La altura de planta registrada en los tres ecotipos en estudio, difiere con los datos registrados por Larreátegui, (2016), quien encontró que la máxima altura de planta fue de 198 cm en el ecotipo Cajamarquino (San Pablo) y 167 cm en el ecotipo Celendín, ello probablemente se debe a las condiciones agroclimáticas de las zonas en estudio, dado a que la altura de planta se comporta de manera inversa a la altitud de la zona de siembra, de tal manera que en las zonas con mayor altitud, generalmente las temperaturas son bajas y la planta crece más lento retrasándose la primera producción. (Fischer, 1995).

Tabla 4.7 Análisis de varianza para altura de planta de tres ecotipos de aguaymanto (cm.)

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	SIGN.
Bloques	2	410.8289	205.4144	3.5209	NS
Ecotipo	2	243.5756	121.7878	2.0875	NS
Error	4	233.3644	58.3411		
Total	8	887.7689			
C.V.		10.06%			

Tabla 4.8 Prueba de Duncan para altura de planta de tres ecotipos de aguaymanto (cm)

Altura promedio de planta		
Ecotipo	(130 DDS*)	Duncan al 0.05
San Pablo	79.7	a
Celendín	79.4	a
Colombiano	68.5	a

*DDS: Días después de la siembra (100% de floración)

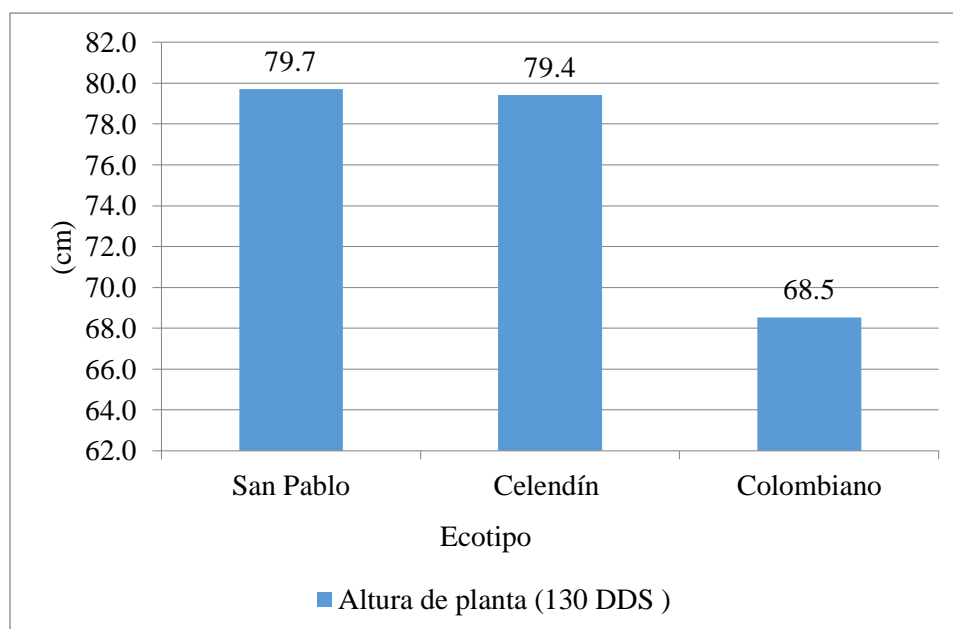


Gráfico 4.3. Altura de planta de tres ecotipos de aguaymanto.

4.4.2. Área foliar de planta de los tres ecotipos de aguaymanto.

El ANVA de la Tabla 4.9, indica que para bloques existe significación estadística, no existiendo diferencias significativas entre los ecotipos en estudio para área foliar de las plantas de los ecotipos de aguaymanto, el coeficiente de variación fue de 13.81%. Los resultados promedio para esta observación experimental figuran en la Tabla 07 del anexo.

Efecto de los ecotipos

La prueba de Duncan al 0.05, Tabla 4.10, para la observación de área foliar de la planta de los ecotipos de aguaymanto, establece que no existen diferencias significativas entre los ecotipos, los cuales se comportan estadísticamente igual. Los valores promedio para el referido parámetro varían entre 63.6 y 71.4 (dm²), correspondientes a los ecotipos Celendín y San Pablo, respectivamente. En el Gráfico 4.5, se muestran los resultados.

Esta característica se realizó cuando la plantación se encontró en la etapa de plena floración. El comportamiento estadístico similar del área foliar de los ecotipos en estudio, se presume se deba las prácticas de manejo como fertilización, podas y riegos, entre otras y condiciones de clima adecuado que habrían contribuido al desarrollo uniforme de las plantas; ya que el área foliar alcanzada por una planta en ciertos estadíos específicos del desarrollo es un dato indispensable para la calibración y adaptación, es bien conocido que la magnitud del área foliar define la capacidad de la cubierta vegetal para interceptar la radiación fotosintéticamente activa, la cual es fuente primaria de energía utilizada por las plantas para la fabricación de tejidos y elaboración de compuestos alimenticios(Wamok et al.2006), (Salazar S. , 2004)

Tabla 4.9. Análisis de varianza de área foliar de la planta de aguaymanto.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	SIGN.
Bloques	2	7099.5504	3549.7752	39.5132414	*
Ecotipo	2	114.6350	57.3175	0.63801204	NS
Error	4	359.3504	89.8376		
Total	8	7573.5358			
C.V.		13.81%			

Tabla 4.10. Prueba de Duncan para Área Foliar (dm²)

Ecotipo	Área Foliar (dm ²)	Duncan al 0.05
San Pablo	71.4	a
Colombiano	71.0	a
Celendín	63.6	a

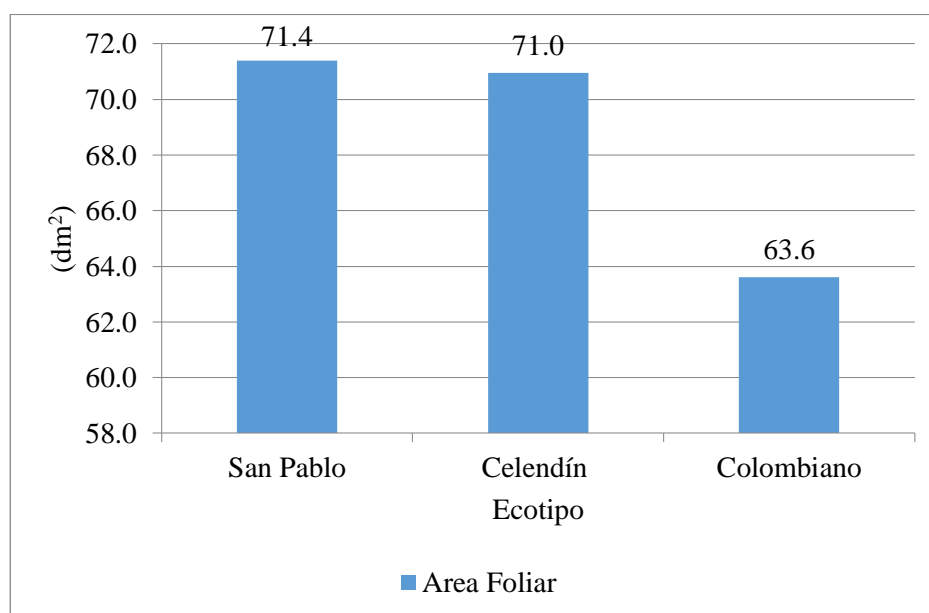


Gráfico 4.4. Área Foliar (dm²)

4.4.3. Materia seca.

El ANVA de la Tabla 4.11, muestra que para bloques existe alta significación estadística, no existiendo diferencias significativas entre los ecotipos para la materia seca de las plantas de los ecotipos de aguaymanto, el coeficiente de variación fue de 11.33%. Los resultados promedio para esta observación experimental figuran en la Tabla 08 del anexo.

Efecto de los ecotipos

La prueba de Duncan al 0.05, Tabla 4.12, para la observación la materia seca de la planta de los ecotipos de aguaymanto, establece que no existen diferencias significativas entre los ecotipos, los cuales se comportan estadísticamente igual. Los valores promedio para el referido parámetro varían entre 136.1 y 168.9 (g. /planta), correspondientes a los ecotipos Colombiano y San Pablo, respectivamente. En el Gráfico 4.6, se muestran los resultados.

La determinación de materia seca en las plantas de aguaymanto se hizo en plena floración; es importante recalcar que la distribución de materia seca en la planta de aguaymanto, es un indicador claro de la dinámica de asignación de asimilados a cada uno de los órganos de la planta (López, 2009), que permitió para el caso particular de los ecotipos evaluados no encontrar diferencias relevantes en cuanto al comportamiento de acumulación de materia seca en hojas y tallos.

Tabla 4.11 Análisis de varianza de materia seca

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	SIGN.
Bloques	2	23493.7089	11746.8544	40.7710	**
Ecotipo	2	1747.2622	873.6311	3.0322	NS.
Error	4	1152.4711	288.1178		
Total	8	26393.4422			
C.V.		11.33%			

Tabla 4.12 Prueba de Duncan para materia seca de planta (g/Planta).

Materia seca promedio		
Ecotipo	(g./Planta)	Duncan al 0.05
San Pablo	168.9	a
Celendín	144.5	a
Colombiano	136.1	a

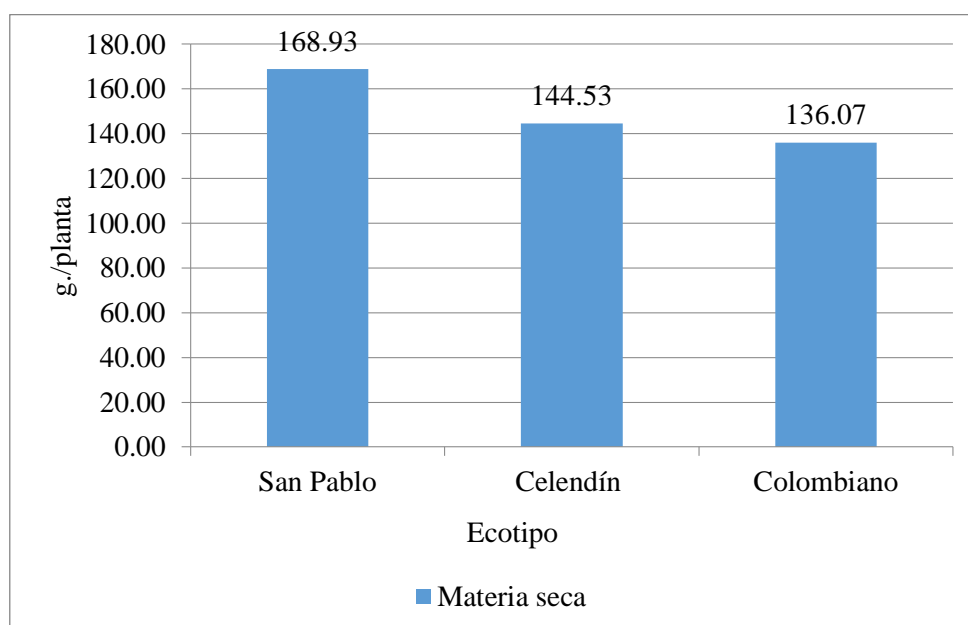


Gráfico 4.5. Materia seca de la planta de los tres ecotipos de aguaymanto.

4.5. EVALUACIONES PRODUCTIVAS

4.5.1. Número de frutos por planta de aguaymanto, que alcanzaron el grado de madurez comercial durante las doce primeras cosechas.

El ANVA de la Tabla 4.13, establece que para bloques no existe significación estadística, tampoco entre los ecotipos para la observación número de frutos por planta de aguaymanto que alcanzaron el grado de madurez comercial durante las primeras doce cosechas, el coeficiente de variación fue de 18.71%. Los resultados promedio para este parámetro figuran en la Tabla. 10 del anexo.

Efecto de los ecotipos

La prueba de Duncan al 0.05, Tabla 4.14, no detecta diferencias estadísticas entre los ecotipos evaluados, los mismos que se comportan estadísticamente igual. Los valores promedio para el parámetro número de frutos por planta de aguaymanto que alcanzaron el grado de madurez comercial durante las primeras doce cosechas, fluctúan entre 331.33 y 431.55 frutos por planta correspondientes a los ecotipos colombiano y Celendín, respectivamente. En el Gráfico 4.7 se muestran los resultados. Las evaluaciones de cosecha se realizaron cada 15 días durante los primeros seis meses.

El número de frutos por planta está influida en gran parte por las condiciones agroclimáticas de la zona y manejo del cultivo además se le atribuye como una característica genética inherente al ecotipo, dado a que estas condiciones fueron homogéneas para todos los ecotipos, es posible que las hormonas endógenas presentes en el vegetal, tales como las citoquininas, influenciaron en la formación de yemas florales, lo que repercute en el número de frutos por planta (Química Suiza Industrial del Perú, 2018). Los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación coinciden con los resultados encontrados por (Velásquez y Mestanza, 2003), quien reporta un promedio de 300 frutos en un rango comprendido entre 70 a 1400 frutos en aguaymanto y (Ayala, 1992) quien obtuvo entre 300, 480 y 676 frutos/planta.

Tabla 4.13 Análisis de varianza para número de frutos por planta de aguaymanto.

Datos transformados a \sqrt{X} .

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	SIGN.
Bloques	2	16.9638	8.4819	0.6617	NS
Ecotipo	2	10.6729	5.3364	0.4163	NS
Error	4	51.2699	12.8175		
Total	8	78.9066			
C.V.		18.71%			

Tabla 4.14 Prueba de Duncan para número de frutos por planta de aguaymanto.

Ecotipo	Promedio de Numero de Frutos/Planta.	Duncan al 0.05
Celendín	431.55	a
San Pablo	362.11	a
Colombiano	331.33	a

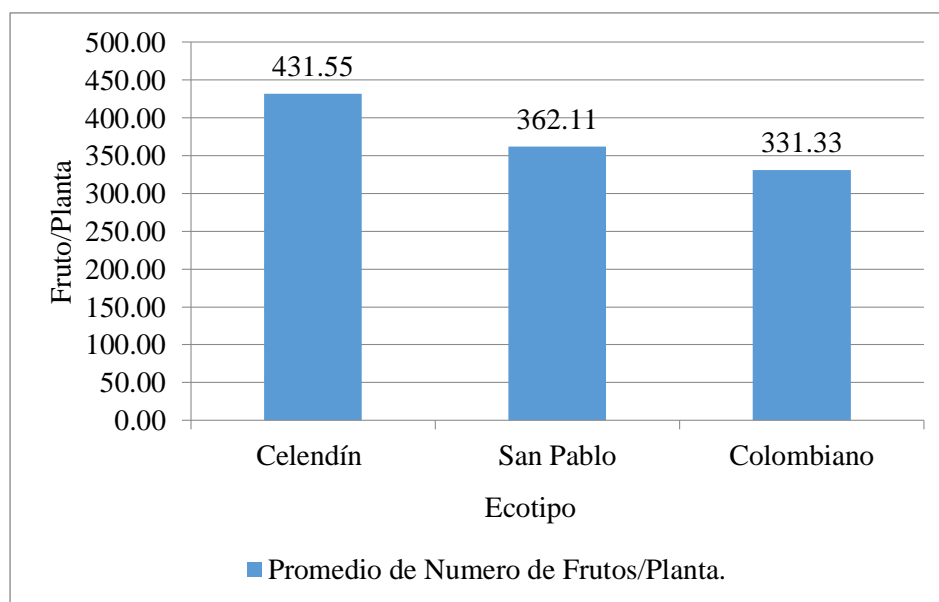


Gráfico 4.6 Número de frutos/planta.

4.5.2. Peso promedio de un fruto de aguaymanto en base a las doce primeras cosechas (seis primeros meses).

El ANVA de la Tabla 4.15, reporta que no existen diferencias significativas tanto para los bloques como para los ecotipos, para la observación peso de frutos por planta de aguaymanto que alcanzaron el grado de madurez comercial durante las doce primeras cosechas. El coeficiente de variación fue de 2.95%. Los resultados promedio para este parámetro figuran en la Tabla 11 De anexo.

Efecto de los ecotipos

La prueba de Duncan al 0.05, Tabla 4.16 para la observación peso de frutos por planta de aguaymanto, establece que no existen diferencias significativas entre los ecotipos, los cuales se comportan estadísticamente igual. Los valores promedio para el referido parámetro varían entre 5.95 y 6.08gr, correspondientes a los ecotipos colombiano y Celendín, respectivamente. En el Gráfico 4.8, se muestran los resultados.

Las evaluaciones para obtener el peso promedio de fruto por planta se hicieron en todas las cosecha durante los seis meses.

El crecimiento del fruto es consecuencia de procesos de división celular que se intensifican en el tiempo dando lugar a una curva exponencial, para luego cesar paulatinamente al tiempo que el alargamiento y engrosamiento celular van adquiriendo importancia, durante su desarrollo, el fruto incorpora fotoasimilados, minerales y agua, el factor que más determina o más contribuye al tamaño final del fruto es la incorporación de agua. Existe una ganancia de distintos nutrientes a lo largo del tiempo, pero la ganancia más significativa para el tamaño del fruto es la ganancia en agua. (Universidad Autónoma de Madrid, 2019), de acuerdo a ello, dado a que todos los ecotipos estuvieron sometidos bajo las mismas condiciones, el agua sería uno de los determinantes para el llenado uniforme de los frutos. De los resultados obtenidos, podemos aseverar que para el caso del ecotipo Celendín, difieren con los reportados por (Larreátegui, 2016.) Quién obtuvo 4.16 g de peso de fruto. Para los ecotipos Colombiano y San Pablo nuestros resultados se asemejan a los reportados por (Velásquez y Mestanza, 2003) quien proporciona un amplio rango de acuerdo al ecotipo, desde 1.70 a 8.10 g (he incluso de 10 g), con un promedio de 5.30 g.

Tabla 4.15 Análisis de varianza para peso de un fruto de aguaymanto.

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	SIGN.
Bloques	2	0.0076	0.0038	0.1220	NS.
Ecotipo	2	0.0315	0.0157	0.5039	NS.
Error	4	0.1250	0.0312		
Total	8	0.1641			
C.V.		2.95%			

Tabla 4.16. Prueba de Duncan para peso de un fruto de aguaymanto.

Ecotipo	Promedio de peso de frutos (g)	Duncan al 0.05
Celendín	6.08	a
San Pablo	5.97	a
Colombiano	5.95	a

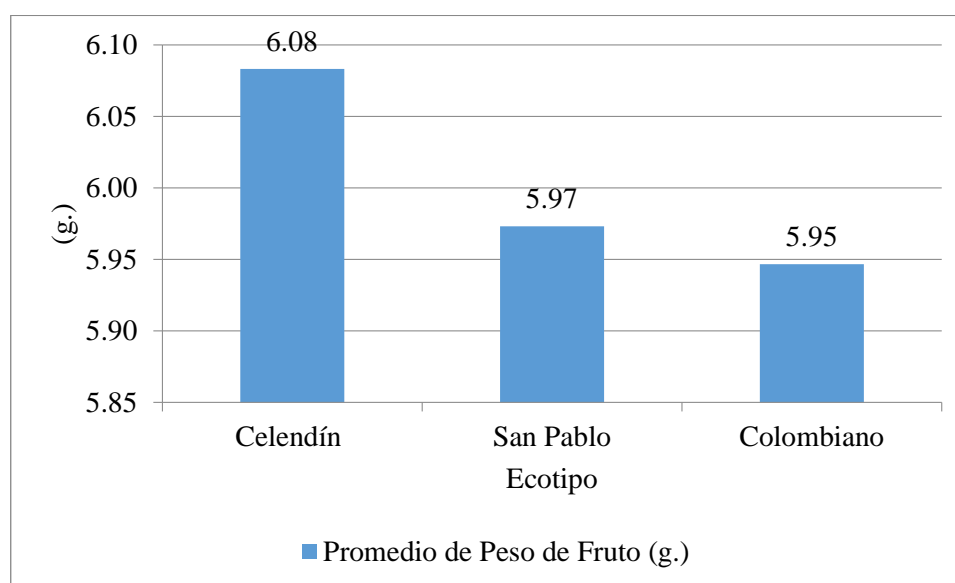


Gráfico 4.7. Peso de un fruto (g.)

4.5.3. Diámetro ecuatorial en frutos de aguaymanto.

El ANVA de la Tabla 4.17, establece que no existen diferencias significativas para bloques ni entre los ecotipos referente a la observación diámetro ecuatorial de frutos de aguaymanto; el coeficiente de variación fue de 2.19%. Los resultados promedio para esta observación experimental figuran en la Tabla 9 del anexo.

Efecto de los ecotipos

La prueba de Duncan al 0.05, Tabla 4.18, para la observación diámetro ecuatorial de frutos de aguaymanto, establece que no existen diferencias significativas entre los ecotipos, los cuales se comportan estadísticamente igual. Los valores promedio para el referido parámetro varían entre 21.17 y 21.46 mm, correspondientes a los ecotipos Colombiano y San Pablo, respectivamente. En el Gráfico 4.9, se muestran los resultados.

Esta determinación se realizó en cada cosecha, durante los seis primeros meses.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede manifestar que los factores agroclimáticos de la zona y el manejo de la plantación, no influyeron de manera significativa en el diámetro ecuatorial de los frutos, dado a que su respuesta fue igual en los tres ecotipos en estudio. Los datos obtenidos son similares a los reportados por (Larreatigui, 2016) quien encontró un diámetro de 19.56 mm en el ecotipo Celendín.

Tabla 4.17 Análisis de varianza para diámetro ecuatorial en frutos de aguaymanto.

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	SIGN.
Bloques	2	0.0872	0.0436	0.1989	NS
Ecotipo	2	0.1644	0.0822	0.3749	NS
Error	4	0.8771	0.2193		
Total	8	1.1288			
C.V.		2.19%			

Tabla 4.18 Prueba de Duncan para diámetro ecuatorial en frutos de aguaymanto.

Ecotipo	Promedio diámetro ecuatorial del fruto (mm)	Duncan al 0.05
San Pablo	21.46	a
Celendín	21.45	a
Colombiano	21.17	a

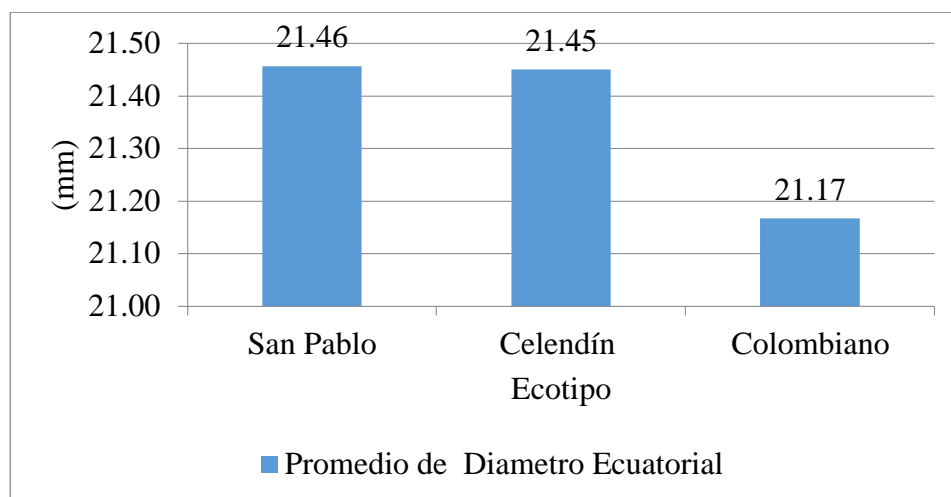


Gráfico 4.8. Diámetro ecuatorial de frutos de aguaymanto (mm).

4.5.4. Rendimiento de aguaymanto en (kg/ha^{-1})

El ANVA de la Tabla 4.19, indica que no existen diferencias significativas tanto para los bloques como para los ecotipos en estudio de aguaymanto. El coeficiente de variación fue de 19.60 %. Los resultados promedio para este parámetro figuran en la Tabla 12 De anexo.

Efecto de los ecotipos.

La prueba de Duncan al 0.05, Tabla 4.20 para la observación de rendimiento de aguaymanto, establece que no existen diferencias significativas entre los ecotipos, los cuales se comportan estadísticamente igual. Los valores promedio para el referido parámetro varían entre $5496.11 \text{ Kg.ha}^{-1}$ y $7336.46 \text{ Kg.ha}^{-1}$, correspondientes a los ecotipos Colombiano y Celendín, respectivamente. En el gráfico 4.10, se muestran los resultados.

El rendimiento es un parámetro que depende de muchos factores, entre ellos, la característica genotípica del ecotipo, condiciones agroclimáticas y manejo del cultivo, estas dos últimos factores fueron uniformes para los tres ecotipos; si bien es cierto los rendimientos obtenidos en los tres ecotipos son iguales estadísticamente, es el ecotipo Celendín quien destaca numéricamente sobre los dos restantes con $7336.46 \text{ Kg.ha}^{-1}$ en las doce primeras cosechas (seis primeros meses de cosecha), se asume que esta característica está relacionado con el número de frutos/planta ($431.55 \text{ frutos/planta}$) y peso de un fruto (6.08 g), donde también predomina numéricamente el ecotipo Celendín, a pesar que este ecotipo tiene menor área foliar y el fruto presenta menor diámetro ecuatorial, respecto a los demás.

Los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación coinciden con los reportados por (PROMPERÚ, 2012), con un promedio de 8 tn.ha^{-1} en condiciones de sierra; pero difieren con los $4,578.39 \text{ Kg. ha}^{-1}$ obtenidos por (Salinas, 2016).

Tabla 4.19 Rendimiento de aguaymanto en Kg.ha⁻¹

Datos transformados a \sqrt{X} .

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	SIGN.
Bloques	2	284.3372	142.1686	0.6052	NS
Ecotipo	2	213.9014	106.9507	0.4552	NS
Error	4	939.7231	234.9308		
Total	8	1437.9616			
C.V.		19.60%			

Tabla 4.20. Prueba de Duncan para rendimiento de aguaymanto

Ecotipo	Rendimiento (Kg.ha ⁻¹)	Duncan al 0.05
Celendín	7336.46	a
San Pablo	5995.56	a
Colombiano	5496.11	a

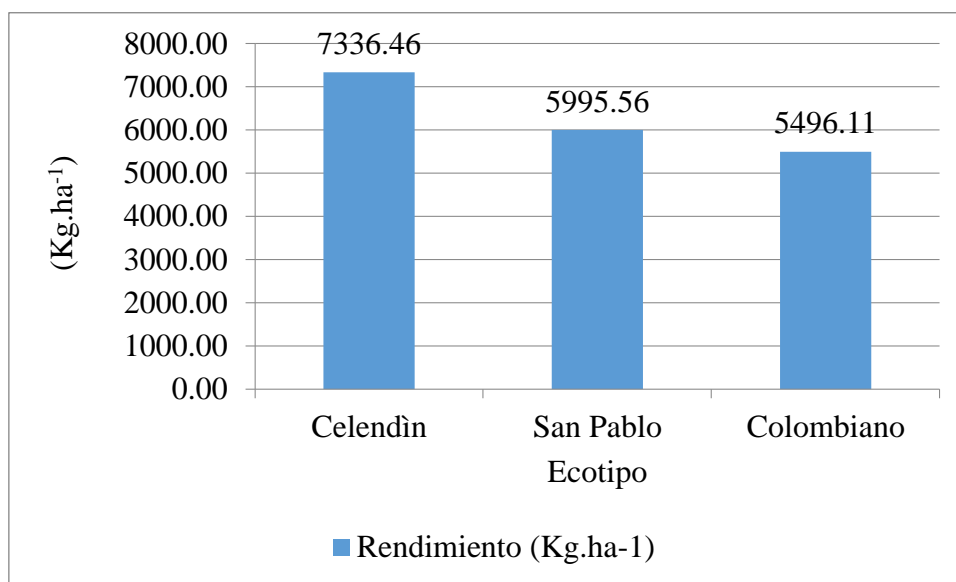


Gráfico 4.9. Rendimiento de aguaymanto (Kg.ha⁻¹).

4.6. ANÁLISIS DE CALIDAD DEL FRUTO DE AGUAYMANTO.

4.6.1. Sólidos solubles totales (°Brix)

El ANVA de la Tabla 4.21, muestra que para la observación sólidos solubles totales (°Brix) en frutos de aguaymanto, no existen diferencias significativas tanto para bloques como para los ecotipos en estudio; el coeficiente de variación fue de 2.44%. Los resultados promedio para esta observación experimental figuran en la tabla 13 del anexo.

Efecto de los ecotipos

La prueba de Duncan al 0.05, Tabla 4.22, para la observación de °Brix de frutos de aguaymanto, establece que no existen diferencias significativas entre los ecotipos, los cuales se comportan estadísticamente igual. Los valores promedio para el referido parámetro varían entre 15.57 y 14.97 °Brix, correspondientes a los ecotipos San Pablo y Celendín respectivamente. En el Gráfico 4.11, se muestran los resultados.

Este parámetro se realizó en frutos obtenidos en la última cosecha correspondiente al experimento o sea en la décimo segunda cosecha (sexto mes), los ecotipos se comportaron estadísticamente igual, pero numéricamente destaca el ecotipo Celendín con un valor de 14.97 ° Brix, cuyo valor es menor respecto a los demás, lo que implica menor acumulación de azúcares en los frutos, dado a que los sólidos solubles totales proviene de la hidrólisis de diversos polisacáridos estructurales tales como almidón, pectinas de la pared celular hasta sus componentes monoméricos básicos, por lo cual se acumulan azúcares, principalmente glucosa, fructosa y sacarosa (Torres, y Montes, 2018).

Los datos obtenidos en el trabajo de tesis coinciden con (Bejarano y Rodríguez, 2015) quienes encontraron un promedio de 14.83 °Brix en frutos de aguaymanto, pero difieren con los 12.5 y 14.3 °Brix reportados por (Puente, 2011) y los 12.267 °Brix de (Sánchez, 2002).

Tabla 4.21. Análisis de varianza para sólidos solubles totales en fruta de aguaymanto. (°Brix)

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	SIGN.
Bloques	2	0.0605	0.0302	0.2171	NS
Ecotipo	2	0.5738	0.2869	2.0606	NS
Error	4	0.5569	0.1392		
Total	8	1.1912			
C.V.		2.44%			

Tabla 4.22 Prueba de Duncan para sólidos solubles totales (°Brix) en aguaymanto.

Ecotipo	Promedio de Sólidos solubles totales (°Brix)	Duncan al 0.05
San Pablo	15.57	a
Colombiano	15.40	a
Celendín	14.97	a

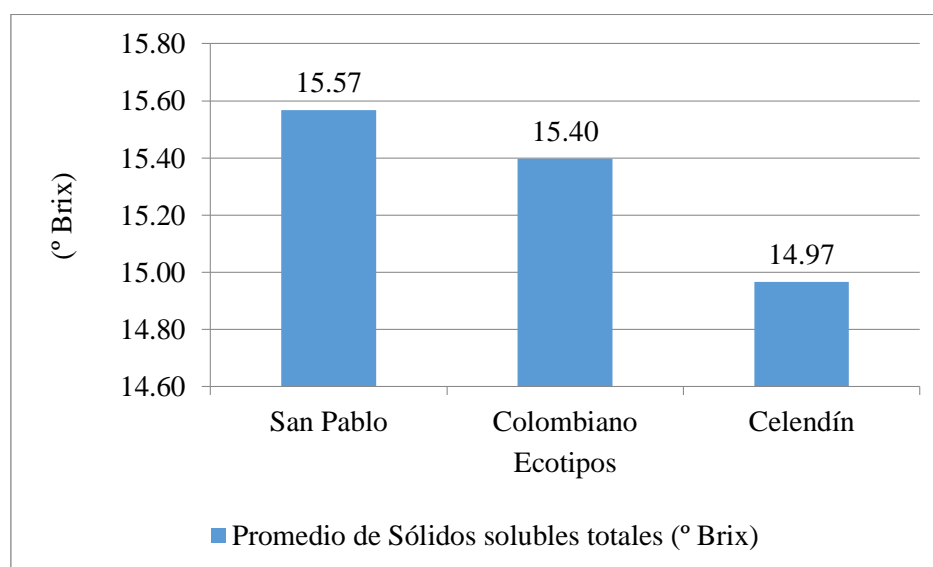


Gráfico 4.10. Sólidos solubles totales (°Brix) en frutos de aguaymanto.

4.6.2. pH en fruta de aguaymanto.

El ANVA de la Tabla 4.23, establece que para la observación pH en frutos de aguaymanto, no existen diferencias significativas para bloque, mientras que para los ecotipos en estudio si existe alta significación estadística; el coeficiente de variación fue de 5.97%. Los resultados promedio para esta observación experimental figuran en la Tabla 14 del anexo.

Efecto de los ecotipos

La prueba de Duncan al 0.05, Tabla 4.24, para la observación pH de frutos de aguaymanto, establece que el ecotipo San Pablo con un promedio de pH 4.00, supera al ecotipo Colombiano y Celendín con pH de 3.47 y 3.14, respectivamente. En el Gráfico 4.12, se muestran los resultados.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el ecotipo San Pablo supera a los otros ecotipos para esta característica, sin embargo, son los ecotipos Celendín y Colombiano a pesar que reportan los menores valores de pH son los de mayor interés para la calidad del fruto, dado a la exigencia del mercado.

Los datos obtenidos coinciden con (Mendoza, 2012) quien reporta un valor de pH de 3,4 en frutos de aguaymanto y los 3.63 encontrados por (Bejarano y Rodríguez, 2015).

Tabla 4.23 Análisis de varianza para pH en fruta de aguaymanto.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	SIGN.
Bloques	2	0.0285	0.0142	0.3194	NS
Ecotipo	2	1.1229	0.5614	12.5976	*
Error	4	0.1783	0.0446		
Total	8	1.3296			
C.V.		5.97%			

Tabla 4.24. Prueba de Duncan para pH en fruta de aguaymanto.

Ecotipo	Promedio de pH	Duncan al 0.05
San Pablo	4.00	a
Colombiano	3.47	b
Celendín	3.14	b

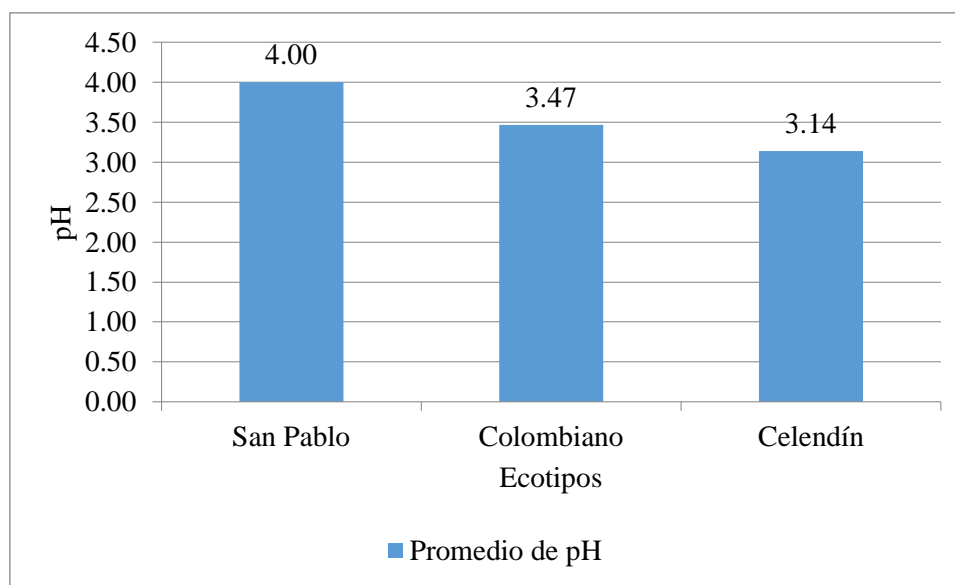


Gráfico 4.11. pH de fruto de aguaymanto.

4.6.3. Acidez titulable (g. /100g) en fruta de aguaymanto.

El ANVA de la Tabla 4.25, refiere que para la observación acidez titulable (g/100g) para el fruto de aguaymanto, no existen diferencias significativas para bloques, mientras que los ecotipos en estudio mostraron alta significación estadística; el coeficiente de variación fue de 1.26%. Los resultados promedio para esta observación experimental figuran en la Tabla 15 del anexo.

Efecto de los ecotipos

La prueba de Duncan al 0.05, Tabla 4.26, establece que para la acidez titulable de fruto de aguaymanto el ecotipo San Pablo con 2.15 (g/100g) supera estadísticamente al ecotipo Celendín 1.99 (g/100g) y este a su vez supera al ecotipo Colombiano con 1.79% (g/100g) de acidez titulable, datos que se pueden observar en el Gráfico 4.13.

La acidez total titulable, es una medida general de la presencia de ácidos en el fruto, presenta un comportamiento típico de disminución durante la maduración del fruto de aguaymanto (Novoa, 2006); por lo tanto de manera similar al parámetro pH de frutos de aguaymanto, el interés en estos frutos es la obtención de los menores valores numéricos, de tal manera que con los datos obtenidos podemos afirmar que el ecotipo Colombiano es quien predomina en este parámetro, seguido del ecotipo Celendín, dado a que la acidez titulable se debe a la presencia de un sistema de autorregulación del pH, resultado del efecto amortiguador del ácido cítrico, como ha sido descrito para diversos frutos, este ácido alifático, tiende a convertirse en la sal correspondiente, dando como resultado el efecto amortiguador de la solución en la región de sus valores de pKa, disminuyendo la acidez (aproximadamente en un 50%), tal como lo afirma (Menendez et al, 2006) .

Nuestros datos, coinciden con (Bejarano y Rodríguez, 2015) quienes reportan acidez de 1.91 (g/100g), y (Puente, 2011) con valores de 2 y 2.4 (g/100g); pero difieren con (Mendoza, 2012) que encontró una acidez titulable de 3.4 (g/100g) en frutos de aguaymanto.

Tabla 4. 25 Análisis de varianza para acidez titulable (g/100g) en fruta de aguaymanto.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	SIGN.
Bloques	2	0.0029	0.0014	2.3243	NS
Ecotipo	2	0.1881	0.0940	152.4865	**
Error	4	0.0025	0.0006		
Total	8	0.1934			
C.V.	1.26%				

Tabla 4.26 Prueba de Duncan para acidez titulable (g/100g) en fruta de aguaymanto

Ecotipo	Promedio de acidez titulable (g/100g)	Duncan al 0.05
San Pablo	2.15	a
Celendín	1.99	b
Colombiano	1.79	c

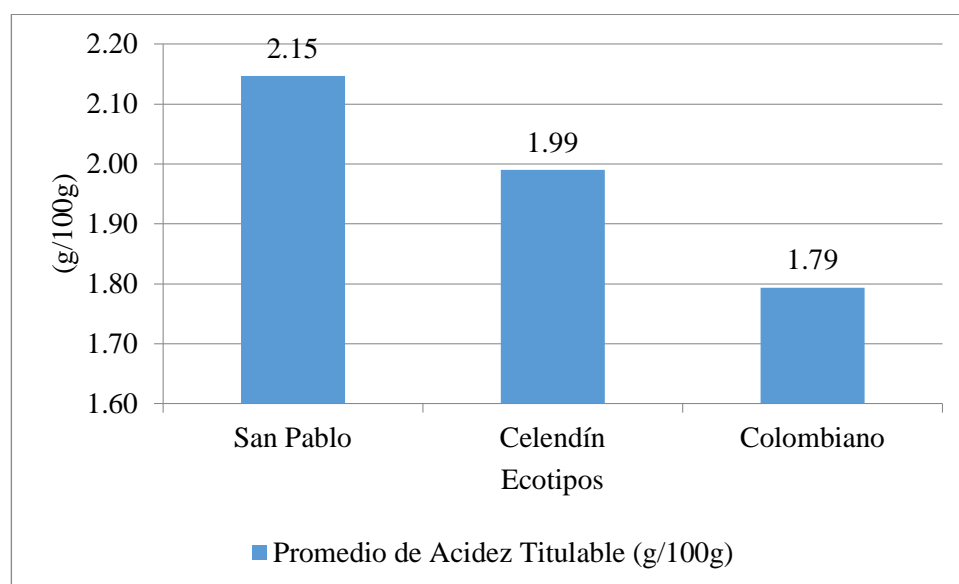


Gráfico 4.12. Acidez en jugo de aguaymanto (g/100g).

4.6.4. Vitamina C (mg/100g) de la fruta de aguaymanto.

El ANVA de la Tabla 4.27, indica que para la observación vitamina C en frutos de aguaymanto, no existen diferencias significativas tanto para bloque como para los ecotipos; el coeficiente de variabilidad fue de 3.36%. Los resultados promedio para esta observación experimental figuran en la Tabla 16 del anexo.

Efecto de los ecotipos

La prueba de Duncan al 0.05, Tabla 4.28, para la observación de vitamina C de frutos de aguaymanto, establece que no existen diferencias significativas entre los ecotipos, los cuales se comportan estadísticamente igual. Los valores promedio para el referido parámetro varían entre 39.37 y 42.04% (mg/100g) correspondientes a los ecotipos Colombiano y San Pablo, respectivamente. En el Gráfico 4.14, (mg/100g) se muestran los resultados.

La vitamina C o ácido ascórbico es un nutriente esencial de suma importancia para el ser humano especialmente en los procesos como el crecimiento y el desarrollo, su función esta siempre relacionado con el consumo de frutas y verduras, como es el caso de naranja, el kiwi, la papaya, aguaymanto, entre otros (Okdiario, 2018). Según los resultados el porcentaje de vitamina C en los frutos de los tres ecotipos es estadísticamente igual, sin embargo con los ecotipos San Pablo y Celendín se obtienen los mayores valores numéricos.

Los resultados coinciden con los datos obtenidos por (Inkanatutal, 2012) quien reporta 43.00 mg/100g., pero difieren con (Veliz, 2010), quien encontró en la pulpa en fresco de aguaymanto 25,475 mg/100g.

Tabla 4.27 Análisis de varianza vitamina C (m/100g) del fruto de aguaymanto.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	SIGN.
Bloques	2	0.8108	0.4054	0.2153	NS
Ecotipo	2	11.2268	5.6134	2.9820	NS
Error	4	7.5298	1.8824		
Total	8	19.5673			
C.V.		3.36%			

Tabla 4.28 Prueba de Duncan para Vitamina C.

Ecotipo	Promedio de Vitamina C (mg/100g)	Duncan al 0.05
San Pablo	42.04	a
Celendín	41.21	a
Colombiano	39.37	a

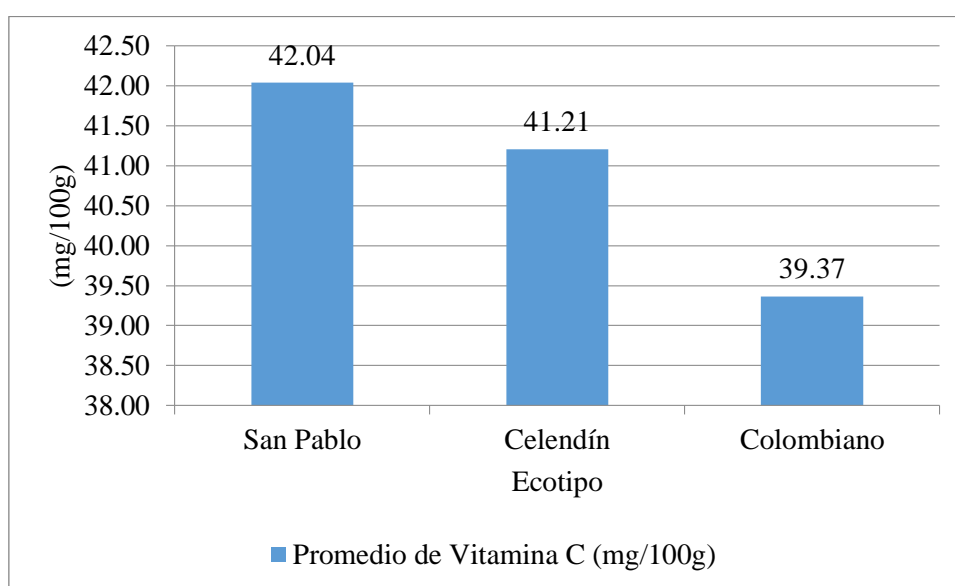


Gráfico 4.13. Promedio de vitamina C de fruto de aguaymanto.

4.7. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE LOS ECOTIPOS DE AGUAYMANTO.

En la Tabla 4.29, se reportan los resultados del análisis económico para los ecotipos de aguaymanto.

Tabla 4.29 Análisis de rentabilidad de los ecotipos de aguaymanto.

Ecotipo	Costos de Producción	Rendimiento Kg.ha⁻¹	Valor Bruto de Producción	Utilidad	Relación B/C.
Celendín	3133.46	7336.46	36682.30	33548.84	0.91
San Pablo	3133.46	5995.56	29977.80	26844.34	0.90
Colombiano	3133.46	5496.11	27480.53	24347.07	0.89

- Costo de producción: S/. 3, 133.46
- Precio venta de fruta de aguaymanto sin cáliz (1 Kg): S/. 5.00

De acuerdo a la Tabla 4.29, en el costo de producción por ecotipo de aguaymanto se consideró el mismo valor debido a que se les dio las mismas condiciones de manejo; y para la valorización del rendimiento se tuvo en cuenta el precios por kilo de fruta sin cáliz de aguaymanto de S/. 5.00 nuevos como precio de mercado local. Para la relación beneficio - costo, podemos observar que el ecotipo Celendín, reporta un valor de 0.91, lo que indica que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de 0.91 nuevos soles, superando con valores mínimos a los ecotipos San Pablo y Colombiano con 0.90 y 0.89 respectivamente.

Estos resultados difieren con los obtenidos por (Larreátegui, 2016.), quien reportó una relación beneficio - costo de 1.39 para el ecotipo Colombiano y 1.24 para el ecotipo Celendín.

CONCLUSIONES

Considerando las condiciones en las que se llevó a cabo la presente investigación, se concluye en lo siguiente:

1. Los resultados muestran una alta significación estadística entre los ecotipos para los parámetros días a la cosecha y acidez titulable y significación estadística para el pH.
2. Las fases fenológicas: días al botoneo y días a la floración, tuvieron un comportamiento estadístico similar en los tres ecotipos en estudio, pero fue el ecotipo Colombiano quien reportó el menor número de días entre el inicio de floración y la cosecha (51 días), respecto a los 67 y 80 días de los ecotipos Celendín y San Pablo respectivamente.
3. Los tres ecotipos en estudio tuvieron comportamiento estadístico similar en los parámetros morfoproductivos: altura de planta, área foliar, materia seca, diámetro ecuatorial de fruto, número de frutos por planta y peso de fruto,
4. El rendimiento de los ecotipos de aguaymanto, se comportó estadísticamente similar entre sí. El ecotipo Celendín con un valor de 7,336.46 kg.ha⁻¹, alcanzó el mayor rendimiento.
5. Respecto al análisis de calidad de fruto de aguaymanto, el ecotipo de mejor comportamiento fue Celendín con 14.97 °Brix, 1.99% de acidez titulable, 3.14 de pH y 41.21% (mg/100g) de ácido Ascórbico (vitamina C).
6. El ecotipo de mejor rentabilidad fue Celendín con una relación beneficio – costo de 0.91, seguido muy de cerca por el Ecotipo San Pablo con 0.90 y Colombiano con 0.89.

RECOMENDACIONES

Considerando los resultados obtenidos, se puede hacer las siguientes recomendaciones:

1. Repetir el experimento en otra época de siembra.
2. Evaluar otros parámetros fenológicos y morfoproductivos en el cultivo de aguaymanto, para tener una data más específica.
3. Realizar un análisis bromatológico de la fruta de cada ecotipo evaluado de aguaymanto.
4. Recomendar a los agricultores de la zona de Huancabamba, la siembra del ecotipo Celendín por su rendimiento y calidad de fruta.
5. Probar en otros ambientes agroclimáticos con otros ecotipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abanto, J. (2013). SlideShare. Obtenido de <https://es.slideshare.net/Jeanette-Abanto/trabajo-del-aguaymanto>, [accesado 1 de setiembre de 2013]
2. Alarcon, J. (2002). LIMA: [http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/ UNALM /2689/H20-I8-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2689/H20-I8-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
3. Angulo. (2003). Frutales exóticos de clima frío. Bayer CropScience S.A.,. Bogota.
4. Arias, F. (2017). Análisis de asociación en rasgos de rendimiento, tamaño y calidad físicoquímica del fruto en uchuva (*Physalis peruviana L.*) . Bogotá - Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
5. Ayala, C. (1992). Evaluación de tres distancias de siembra y tres sistemas de poda en uchuva bajo invernadero. Acta Hort. 310, p. 206.
6. Azingenieros. (2016). <http://aguaymanto.blog.galeon.com/tags/ecotipo/>.
7. Bejarano,L. Rodríguez, E. y Anabel. (2015). Formulacion y caracterizacion de una bebida rehidratante a partir de zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) elaborado para agroindustria la morina". nuevo chimbote: Universidad Nacional de Santa Chimbote-Perù.
8. Blanco. (1992). Enfermedades diagnosticadas en el cultivo de uchuva,.
9. Blanco. (2000). Manejo de Enfermedades. En Producción, poscosecha y exportación de la Uchuva. 57-65 pp.
10. Cavero, A . (2015). Aguaymanto. Lima: comision nacional la biopirateria.
11. Cronquist, A.(1981). Mostacero, J. Mejia, F. Gamarra, O (2009). Fanerògamas del Perú. Taxonomia, Utilidad y Ecogeografia. Trujillo.
12. FAO. (2008). origen de la papa. lima: <http://es.slideshare.net/Bamban1504/marco-tericosegundo-capitulo>.
13. Fischer, G. (1995). Effect of root zone temperature and tropical altitude on the growth, development and fruit quality of cape gooseberry (*Physalis peruviana L.*). Tesis de doctorado. Humboldt-Universidad Berlín. 171 p.
14. Fischer, G. y, Angulo, R. (1999). Los Frutales de clima frío en Colombia.“La Uchuva”. Ventana al campo andino 2: 3-6.
15. Gonzales, R. (2018). Efecto de niveles de nitrógeno y distanciamiento de plantación adecuada en el rendimiento del cultivo de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) ecotipo cajamarquina, en el centro experimental agrícola iii, los pichones – Tacna.
16. Google. (2015). Obtenido de <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Floracion.pdf>.
17. Inkanatutal. (2012). google. Obtenido de <http://www.inkanatural.com/es/arti.asp?ref=aguaymanto-provitamina-A> [accesado 06 de 11 de 2012]

18. Ivan, C. (2009). El cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) Area: Manejo integrado de cultivos/frutales de altura. Boletín técnico N°10. Proyecto Microcuenca Planton-Pacayas. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria España.
19. Larreátegui, L. (2016.). Adaptación y rendimiento de cinco ecotipos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) en la parte media del valle chancay, Lambayeque.”. Lambayeque – Perú: Universidad Nacional “Pedro Ruíz Gallo”.
20. López, C. (2009). Acumulación y distribución de materia seca de cuatro variedades de papa. Medellín : Universidad Nacional de Colombia,.
21. Medina. (1991). El cultivo de la Uchuva tipo exportación. En: Revista Agricultura Tropical. 1991; 28(2): 55-58.
22. Menendez et al. (2006). cambios en la actividad de amilasa, pectinmetilesterasa y poligalacturonasa durante la maduración del maracuyá (*Passiflora edulis* var *flavicarpa* degener). Interciencia, 728 - 733.
23. Mendoza, J. (2012). caracterización físico química de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en la región de silvia cauca. cali: Universidad del Valle. Cali.Colombia. .
24. MINCETUR . (2009). Estudio para la selección de 10 nuevos productos con potencial exportador, su adaptabilidad al territorio nacional, su viabilidad en Europa e identificar potenciales clientes. Informe Final. Lima-Perú.
25. Miranda. (2005). Criterios para el establecimiento, los sistemas de cultivo, el tutorado y posa de la uchuva. Bogotá.
26. Montalvo, B. (1999). <http://aguaymanto.blog.galeon.com/7>.
27. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1989). Goldenberry (Cape gooseberry) en Lost crops of the incas. National Academy Press, Washington D.C. 241 –.
28. Novoa. (2006). La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva, almacenada a 12 °C (*Physalis peruviana* L.). Agronomía Colombiana.
29. Okdiario. (2018). Google. Obtenido de <https://okdiario.com/salud/vitamina-c-1824581>
30. Paucar, R. (2013). Experiencias en el cultivo de Aguaymanto ecotipo Colombiano, en condiciones de costa central. Huara- Lima: Trabajo Monografico para optar por el título de Ingeniero Agrónomo.
31. PROMPERÚ. (2012). Integrado de Información de Comercio Exterior.
32. Puente, L. Pinto, S. Castro, E. y Cortés, M. (2011). *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. Food Research International, Essex, v.44, p.1733-1740, 2011.
33. QUÍMICA SUIZA INDUSTRIAL DEL PERU S.A. (2018). Química Suiza Industrial del Peru S.A. Obtenido de Química Suiza Industrial del Peru S.A.:

- http://www.qsindustrial.biz/media_qsi/uploads/fichas_tecnicas/stimplex.pdf [accesado 18 de marzo de 2018]
34. Raghava , M.(1987). Studies on the floralbiology of *Physalis peruviana* and: *angulata* Geobios New Rep. 6. 47-50.
 35. Salazar. (2006). A simple phenological and potential production model for cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.).
 36. Salazar, S. (2004). calculo de area foliar de aloysacitriodora (cedron) en un ambiente de alta intensidad luminosa y en un ambiente de baja intensidad luninosa.
 37. Salinas, P. (2016). "efecto de tres dosis de ácidos húmicos en tres distanciamientos de siembra en el rendimiento del cultivo del .aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) 1 en condiciones de azangaroo. acobamba : Universidad Nacional de Huancavelica .
 38. Sánchez, J. (2002). Estudios fenológicos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en El Zamorano . Honduras.
 39. Talon, M. (1997). IRegulación del cuajado del fruto en cítricos: evidencias y conceptos. Levante Agrícola, 338: 27-37.
 40. Torres, R.Montes, E., Perez , O. y Andrade, R. (2017). Relacion del color y del estado de madurez con las propiedades fisico-quimicas de frutas tropicales. Scielo Analytics.
 41. Universidad Autónoma de Madrid, 2019. Crecimiento y maduración de frutos. Disponible en <https://www.studocu.com/es/document/universidad-autonoma-de-Madrid/fisiologia-vegetal/apuntes/tema-32-crecimiento-y-maduracion-de-frutos/2436124/view>
 42. Velasquez, y, Mestanza. (2003). Inovación Agraria. Cajamarca: Revista año 2 estación experimental Baños del Inca-INIA Cajamarca.
 43. Veliz, N. (2010). Evaluación del contenido de vitamina C, β caroteno y actividad de antioxidantes totales en la pulpa estabilizada de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). Peru: Prospectiva Universitaria.
 44. Verde,E. (2015). Google. Obtenido de <http://www.casaverdegourmet.com.pe/blog/aguyamanto-peruano-beneficios/> [accesado 19 de Junio de 2015]
 45. Wamok, Valenzuela,Ttujilio,Madriz y Guitierrez. (2006). Area foliar componentes del area foliar y rendimiento de seis tipos de genotipos de caraota. Univerdidad Central de Venezuela.
 46. Zapata. (2003). Cultivo de Aguaymanto (*Physalis peruviana*) III Parte. [http://aguaymanto.blog.galeon.com/1239053100/cultivo-de-aguaymanto-Physalis-peruviana L.-iii-parte/](http://aguaymanto.blog.galeon.com/1239053100/cultivo-de-aguaymanto-Physalis-peruviana-L.-iii-parte/).
 47. Zapata, J.(2002). Manejo decultivo de Uchuva en Colombia.
 48. Zelada, G. (2017). Google. Obtenido de <http://aguaymanto.blog.galeon.com/> [accesado 07 de 01 de 2017]

ANEXOS

Anexo 1. Días a la aparición de las primeras ramas en los tres ecotipos.

BLOQUES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	SAN PABLO	COLOMBIANO	CELENDIN	
I	35.50	36.50	34.00	106.00
II	41.17	38.83	41.17	121.17
II	46.60	38.60	48.75	133.95
TOTAL	123.27	113.93	123.92	361.12
PROMEDIO	41.09	37.98	41.31	120.37

Anexo 2. Días a la aparición de los primeros botones florales

BLOQUES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	SAN PABLO	COLOMBIANO	CELENDIN	
I	67	62	64	193.33
II	68	67	66	67.83
II	69	68	70	84.17
TOTAL	204	197	199	345.33
PROMEDIO	68	66	66	115.11

Anexo 3. Días a la de floración de los tres ecotipos de aguaymanto.

BLOQUES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	SAN PABLO	COLOMBIANO	CELENDIN	
I	81	81	84	246.17
II	82	84	84	249.67
II	82	85	82	249.80
TOTAL	245	250	250	745.63
PROMEDIO	82	83	83	248.54

Anexo 4. Días al cuajado de fruto

BLOQUES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	SAN PABLO	COLOMBIANO	CELENDIN	
I	32	23	28	82.83
II	26	25	32	82.50
II	30	21	25	76.40
TOTAL	88	69	85	241.73
PROMEDIO	29	23	28	80.58

Anexo 5. Días a la primera cosecha

BLOQUES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	SAN PABLO	COLOMBIANO	CELENDIN	
I	180	165	178	523.00
II	185	172	180	537.00
II	179	160	175	514.00
TOTAL	544	497	533	1574.00
PROMEDIO	181	166	178	524.67

Anexo 6. Altura de planta de los tres ecotipos de aguaymanto.

BLOQUES	ALTURA DE PLANTA (130 DDS)			TOTAL
	SAN PABLO	COLOMBIANO	CELENDIN	
I	92.5	67.3	84.2	244.0
II	70.8	57.5	70.8	199.2
III	75.8	80.8	83.3	240.0
TOTAL	239.2	205.7	238.3	683.2
PROMEDIO	79.7	68.6	79.4	75.9

Anexo 7. Área foliar de la planta de aguaymanto.

BLOQUE	TRATAMIENTOS			TOTAL
	SAN PABLO	COLOMBIANO	CELENDIN	
I	68.61	55.10	60.03	183.74
II	41.83	37.08	36.78	115.69
III	103.73	120.70	94.03	318.46
TOTAL	214.17	212.87	190.85	617.89
PROMEDIO	71.39	70.96	63.62	68.65

Anexo 8. Materia seca de la planta de aguaymanto.

BLOQUE	TRATAMIENTOS			TOTAL
	SAN PABLO	COLOMBIANO	CELENDIN	
I	126.90	88.00	78.70	293.6
II	160.80	113.90	122.40	397.1
III	219.10	206.30	232.50	657.9
TOTAL	506.80	408.20	433.60	1348.6
PROMEDIO	168.93	136.07	144.53	149.8

Anexo 9. Diámetro Ecuatorial de fruto de aguaymanto (mm).

BLOQUES	DIAMETRO ECUATORIAL			TOTAL
	SAN PABLO	COLOMBIANO	CELENDIN	
I	20.97	21.43	21.44	63.85
II	21.80	20.55	21.54	63.89
III	21.60	21.52	21.37	64.49
TOTAL	64.37	63.50	64.35	192.23
PROMEDIO	21.46	21.17	21.45	21.36

Anexo 10. Número de frutos/planta de aguaymanto.

BLOQUES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	SAN PABLO	COLOMBIANO	CELENDIN	
I	512.50	297.67	536.83	1347.00
II	277.67	222.50	474.33	974.50
III	296.17	473.83	283.50	1053.50
TOTAL	1086.333	994.000	1294.667	3375.00
PROMEDIO	362.111	331.333	431.556	375.00

Anexo 11. Número de frutos/planta. Datos transformados a \sqrt{X}

BLOQUES	NUMERO DE FRUTOS			TOTAL
	SAN PABLO	COLOMBIANO	CELENDIN	
I	22.64	17.25	23.17	63.06
II	16.66	14.92	21.78	53.36
III	17.21	21.77	16.84	55.81
TOTAL	56.51	53.94	61.79	172.23
PROMEDIO	18.84	17.98	20.60	19.14

Anexo 12. Peso de un fruto/planta.

BLOQUES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	SAN PABLO	COLOMBIANO	CELENDIN	
I	5.92	6.02	6.13	18.08
II	6.00	5.79	6.27	18.06
III	6.00	6.03	5.85	17.88
TOTAL	17.92	17.84	18.25	54.01
PROMEDIO	5.97	5.95	6.08	6.00

Anexo 13. Rendimiento (kg.ha⁻¹)

Ecotipo	Bloque	Número de Frutos	Peso de un Fruto/ Planta (g.)	Peso del Fruto/ Planta (Kg)	Rendimiento Kg/Planta.	Nº de Plantas/ ha.	Rendimiento (Kg.ha)
San pablo	I	512.50	5.92	0.00592	3.034	2777	8425.80
	II	277.67	6.00	0.00600	1.667	2777	4628.60
	III	296.17	6.00	0.00600	1.776	2777	4932.28
Colombiano	I	297.67	6.02	0.00602	1.793	2777	4978.07
	II	222.50	5.79	0.00579	1.288	2777	3576.40
	III	473.83	6.03	0.00603	2.857	2777	7933.85
Celendín	I	536.83	6.13	0.00613	3.292	2777	9142.46
	II	474.33	6.27	0.00627	2.975	2777	8261.41
	III	283.50	5.85	0.00585	1.658	2777	4605.51

Anexo 14. Sólidos solubles totales (°Brix)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	SAN PABLO	COLOMBIANO	CELENDIN	
I	15.00	15.60	15.00	45.6
II	15.90	15.19	15.10	46.19
III	15.80	15.40	14.80	46
TOTAL	46.70	46.19	44.90	137.79
PROMEDIO	15.57	15.40	14.97	15.31

Anexo 15. pH en fruta de aguaymanto.

BLOQUES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	SAN PABLO	COLOMBIANO	CELENDIN	
I	4.10	3.20	3.14	10.44
II	4.00	3.40	3.15	10.55
III	3.90	3.80	3.14	10.84
TOTAL	12.00	10.40	9.43	31.83
PROMEDIO	4.00	3.47	3.14	3.54

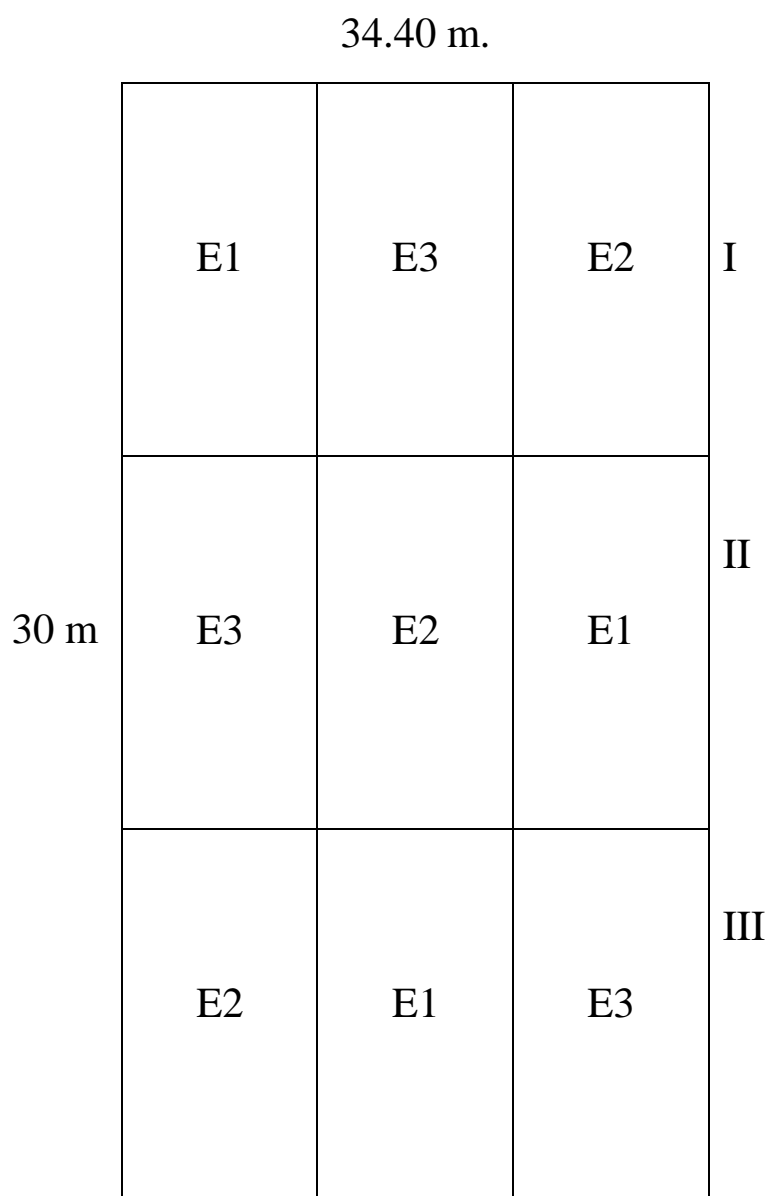
Anexo 16 . Acidez titulable (g/100g).

BLOQUES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	SAN PABLO	COLOMBIANO	CELENDIN	
I	2.14	1.79	1.99	5.92
II	2.20	1.80	2.00	6
III	2.10	1.79	1.98	5.87
TOTAL	6.44	5.38	5.97	17.79
PROMEDIO	2.15	1.79	1.99	1.98

Anexo 17. Vitamina C (mg Ac. Ascórbico/100g)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			TOTAL
	SAN PABLO	COLOMBIANO	CELENDIN	
I	42.80	38.20	42.80	123.80
II	42.50	39.80	40.12	122.42
III	40.82	40.10	40.70	121.62
TOTAL	126.12	118.10	123.62	367.84
PROMEDIO	42.04	39.37	41.21	40.87

Anexo 18 . Croquis: distribución y dimensión de las unidades experimentales en el campo experimental.



Anexo 19. Costo de producción por hectárea. Cultivo de aguaymanto

Descripción	Unidad de medida	Costo unitario(s/.)	Cant.	Nº días	Costo total (s/.)
Preparación de terreno	Mano de obra	20.00	5	1	100.00
Arado de terreno	Yunta	50.00	1	1	50.00
Hoyado	Mano de obra	20.00	4	1	80.00
Semilla	g.	0.20	8		1.60
Siembra	Mano de obra	20.00	4	1	80.00
Deshierbos	Mano de obra	20.00	4	2	160.00
Riegos	Mano de obra	20.00	1	10	200.00
Abonos foliares	Kg.	12.00	6		72.00
Aplicación foliar	Mano de obra	20.00	1	6	120.00
Fertilizantes (NPK)	kg	400.00			400.00
Abonamiento al suelo	Mano de obra	20.00	4	4	320.00
Podas	Mano de obra	20.00	3	1	60.00
Control plagas y enfermedades	Mano de obra	20.00	2	2	80.00
Pesticidas	Lt	100.00	1		100.00
Cosecha	Mano de obra	20.00	1	12	240.00
Análisis de suelo	Muestra	85.00	1		85.00
Análisis de fruta	Muestra	250.00	1		250.00
Movilidad	Pasajes	5.00	2	10	100.00
Zuncho	Royos	58.00	5		290.00
Alambre y clavo	kg	6.00	10		60.00
Subtotal					2848.60
Imprevistos (10%)					284.86
Total					3133.46

Anexo 20. Resultados de análisis físico-químico de suelo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 Departamento Académico de Suelos



ANALISIS DE SUELO

Solicitante : WENCESLAO GUERRERO GARCÍA -T ESISTA
 Procedencia : .PULUN-La casa vieja
 Fecha : Piura, 07 de mayo 2018

Determinaciones	
Cond. Eléct. dS/m.	0.44
pH (1:2.5)	6.80
Calcáreo (% CaCO_3)	0.00
Materia Orgánica (%)	0.70
N total (% N)	0.04
P disponible (ppm P)	13
K asimilable (ppm K)	180
Clase Textural	Fco.Arc.
% arena	36
%Fco.Limo	31
% arcilla	33
C.I.C. meq/100g	18.57
Ca^{++} "	14.10
Mg^{++} "	3.80
K^+ "	0.45
Na^+ "	0.22

Nota: Muestra tomada por el usuario.

/RPNR.Sec.DAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 DPTO. ACADÉMICO DE SUELOS
 Ing. José Benigno Argüelles
 DIRECTOR

Anexo 21. Resultados de análisis de calidad del fruto de aguaymanto.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

Urb. Miraflores-Campus Universitario S/N- Castilla-Piura
 Teléfonos: (073)-284700- (073)-285251
 labocontrol@unp.edu.pe



INFORME DE ENSAYO N ° 084-2019

SOLICITANTE : JUAN GUERRERO CASTILLO
DIRECCION : PIURA
PRODUCTO DECLARADO : AGUAYMANTO FRESCO
CANTIDAD DE MUESTRA : 9 MUESTRAS X 500 g (ENSAYOS FISICOQUIMICOS)
PRESENTACION DE LA MUESTRA : BOLSA DE POLIETILENO A TEMPERATURA AMBIENTE
CONDICION DE LA MUESTRA : EN BUEN ESTADO
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : TESIS "FENOLOGIA Y PRODUCCION DE TRES ECOTIPOS DE AGUAYMANTO (Physalis peruviana L.). CASERIO PULUN, DISTRITO EL CARMEN DE LA FRONTERA-HUANCABAMBA-PIURA-2018"

MUESTREO : REALIZADO POR EL SOLICITANTE/ MUESTRA ALCANZADA AL LABORATORIO
ENSAYO REALIZADO EN : LABORATORIO DE ENSAYOS INSTRUMENTALES
FECHA DE RECEPCION : 19-06-2019
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 19-06-2019
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 28-06-2019

I. ENSAYOS FISICOQUÍMICOS

N°	ENSAYOS	RESULTADOS								
		CELENDIN			COLOMBIANO			SAN PABLO		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Sólidos solubles (°brix)	15.0	15.10	14.80	15.60	15.90	15.40	15.0	15.90	15.80
2	Acidez titulable (g de Ac. cítrico/100g)	1.99	2.00	1.98	1.79	1.80	1.78	2.14	2.20	2.10
3	pH (unidades de pH)	3.14	3.15	3.14	3.20	3.40	3.80	4.10	4.00	3.90
4	Vitamina C (mg Ac. Ascórbico/100g)	42.80	40.12	40.70	38.20	39.80	40.10	42.80	42.50	40.82

II. METODOS DE ENSAYO

1. ACIDEZ: NMX-F-102-NORMEX-2010 ALIMENTOS-DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE EN ALIMENTOS
2. PH: NMX-F-317-NORMEX-2013 ALIMENTOS-DETERMINACIÓN DE PH EN ALIMENTOS Y BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS
3. VITAMINA C: NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-131-SSA1-2012. B.13 DETERMINACIÓN DE VITAMINA C (ACIDO ASCÓRBICO)
4. SÓLIDOS SOLUBLES: NMX-F-103-NORMEX-2009 ALIMENTOS-DETERMINACIÓN DE GRADOS BRUX EN ALIMENTOS Y BEBIDAS, MÉTODO DE ENSAYO





ING. HUALTER LAYTON MASIAS M.Sc.
 JEFE
 CIP. 22850

Piura, 28 de junio de 2019

Página 1 | 1

Anexo 22. Evidencias fotográficas



Figura 01. Preparación y Arado de terreno para de la instalación de cultivo de aguaymanto.



Figura 02. Trazado de terreno para el inicio de hoyado.



Figura 03. Terreno con los hoyos listos para el trasplante.



Figura 04. Plantones de aguaymanto listos para trasplante en campo definitivo.



Figura 05. Plantón de aguaymanto trasplantado en campo definitivo



Figura 06. Realización de abonamiento a la plantación de aguaymanto.



Figura 07. Abono en el plantón de aguaymanto.



Figura 08. Medición de planta a los 30 días de trasplante.



Figura 09. Ing. Miguel Galecio Julca visitando el campo de experimento.



Figura 10. Tesista Juan Guerrero, poniendo los letreros en el campo experimental.



Figura 11. Tesista evaluando la altura de planta a los 50 días en campo definitivo.



Figura 12. Realización de riego a través de sistema de riego tecnificado.



Figura 13. Planta de aguaymanto evaluada con su etiqueta.



Figura 14.segundo abonamiento a inicios de aparición de los botones florales



Figura 15. Plantas de aguaymanto en la estufa a 70 °c para sacar materia seca.



Figura 16. Pesado de plantas después de pasar por estufa para encontrar el peso seco.



Figura 17. Determinando materia seca junto al asesor Dr. Ricardo Peña



Figura 18. Peso de muestra para sacar el área foliar de planta de aguaymanto.



Figura 19. Peso de centro de la hoja de 9cm² para calcular área foliar.



Figura 20. Planta de aguaymanto en inicio de botones florales.



Figura 21. Planta de aguaymanto en inicio de floración.



Figura 22.tesista evaluando la planta si existe presencia de plagas y enfermedades.



Figura 23.vista de la Parcela de experimento con tutoreo.



Figura 24. Planta de aguaymanto con sus primeros frutos.



Figura 25. Planta de aguaymanto con sus primeros frutos con madurez comercial.



Figura 26. Tesista cosechando los primeros frutos de aguaymanto.



Figura 27. Peso de frutos en las primeras cosecha.



Figura 28. Frutos seleccionados al azar para medir diámetro ecuatorial y peso.



Figura 29. Medición de peso de fruto de aguaymanto.



Figura 30. Medición de diámetro ecuatorial de fruto de aguaymanto.



Figura 31. Planta con frutos listos para ser cosechados



Figura 32. Frutos cosechados listos para ser evaluados.



Figura 33. Parcela de experimento



Figura 34. Cosecha de frutos el javas